Vergleichende Untersuchungen über Höhenakklimatisation bei Trekkingtouren

Wolfgang Hoschka

Diss
München
1983

Aus dem Institut für chirurgische Forschung
der Universität München

Vergleichende Untersuchungen über Höhenakklimatisation bei Trekkingtouren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Wolfgang Hoschka
aus München

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. W. Brendel

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.04.84

Druck: Dissertationsdruck Novotny jr., 8135 Söcking/Starnberg

Meinen Eltern gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41534901_0015

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

HACE	High altitude cerebral edema Höhenhirnödem
HADI	High altitude discomfort Höhenbeschwerden
HAPE	High altitude pulmonary edema Höhenlungenödem
MER	Mittlere Einzelreaktionsstärke (siehe 4.4.2.2)
MGR	Mittlere Gesamtreaktionsstärke (siehe 4.4.2.2)

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Fragestellung	4
3.	Material	5
3.1	Beschreibung der Gruppe 1	5
3.1.1	Teilnehmer	5
3.2	Gruppe 2	6
3.2.1	Teilnehmer	6
3.2.2	Trekkingverlauf	7
3.3	Gruppe 3	8
3.3.1	Teilnehmer	8
3.3.2	Trekkingverlauf	8
4.	Methode	1o
4.1	Untersuchungskonzept	1o
4.2	Begriffsdefinition	1o
4.2.1	Große Höhen	1o
4.2.2	Höhenakklimatisation, Höhenadaptation	11
4.2.3	Akute Höhenkrankheit	12
4.2.4	Definition der "primären" und "sekundären" Anpassungsreaktionen	12
4.3	Datenerhebung	13
4.3.1	Verwendete Fragebögen	13
4.3.2	Probleme der Befragung	14
4.4	Auswertung	15
4.4.1	Datenaufbereitung und statistische Verfahren	15
4.4.2	Konstruierte Maße	15
4.4.2.1	Höhenprofile	16
4.4.2.2	Aggregierte Maße der Reaktionsintensität	17
4.4.2.3	Zahl der Anpassungsreaktionen	17

Seite

5. Ergebnisse....19
5.1 Auswertung nach Gruppen....19
5.2 Auswertung nach Tagen....22
5.3 Personenbezogene Daten....25
5.3.1 Geschlecht....25
5.3.2 Alter....27
5.3.3 Körpergröße....3o
5.3.4 Körpergewicht....31
5.4 Gebrauch von Medikamenten....32
5.5 Allgemeine Grunderkrankungen und Rauchen....32
5.5.1 Hypertonie....32
5.5.2 Rheuma....34
5.5.3 Diabetes....34
5.5.4 Rauchen....34
5.6 Primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen....36
5.6.1 Dyspnoe....36
5.6.2 Kopfschmerzen....37
5.6.3 Schlaflosigkeit....4o
5.6.4 Zyanose....41
5.6.5 Nausea....43
5.6.6 Erbrechen....44
5.6.7 Brustschmerzen....45
5.6.8 Energieverlust....46
5.6.9 Periphere Ödeme....48
5.6.1o Appetitlosigkeit....51
5.7 Sekundär höhenbedingte Irritationen und gesundheitliche Störungen....53
5.7.1 Angst....53
5.7.2 Husten....55
5.7.3 Erkältung....56
5.7.4 Diarrhoe....58
5.8 Fälle von Höhenlungen- und Hirnödem....6o

Seite

6. Diskussion.....61
6.1 Allgemeines.....61
6.2 Probleme und Grenzen der Felduntersuchung mittels Fragebogen.....61
6.3 Diskussion der Ergebnisse.....63
6.3.1 Die Aufstiegsgeschwindigkeit.....63
6.3.2 Personenbezogene Daten.....65
6.3.2.1 Geschlecht.....65
6.3.2.2 Alter.....66
6.3.2.3 Körpergröße.....67
6.3.2.4 Körpergewicht.....68
6.3.3 Gebrauch von Medikamenten.....69
6.3.4 Hypertonie.....7o
6.3.5 Übrige Grunderkrankungen und Rauchen.....71
6.3.6 Primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen.....73
6.3.7 Sekundär höhenbedingte Irritationen und gesundheitliche Störungen.....82
6.3.8 Fälle von Höhenlungen- und Hirnödem.....85
6.3.9 Diskussion der medikamentösen Maßnahmen zur Abschwächung von Höhenbeschwerden.....86
6.3.8.1 Azetazolamid.....86
6.3.8.2 Spironolacton.....87
6.3.8.3 Diuretika.....87
6.3.8.4 Hämodilution.....87
6.4 Vergleichende Betrachtung der drei Gruppen....88
6.5 Allgemeine Empfehlungen für Höhenreisende.....92

7. Zusammenfassung.....94

Fragebögen I und II
Literaturverzeichnis

Vergleichende Untersuchungen über die Höhenakklimatisation
beim Trekkingbergsteigen

Die Popularität von Gruppen- und Einzeltrekkingtouren in den Hochgebirgen der Welt ist in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen.

Allein 1983 buchten bei einem einzigen deutschen Reiseveranstalter 4oo Personen eine Trekkingreise nach Nepal.

Immer wieder - durch die angestiegenen Teilnehmerzahlen auch immer häufiger - beeinträchtigen Erkrankungen und gesundheitliche Probleme den Reisegenuß der Teilnehmer .

Häufig werden physiologische Anpassungsvorgänge nicht als solche erkannt oder unterschätzt. Beeinträchtigende körperliche Symptome werden mit Medikamenten behandelt. Der Gipfelerfolgszwang ist bei vielen Bergsteigern hoch. Die Folgen eines Höhenlungen- oder Hirnödems, das sich gern als Komplikation nicht beachteter Höhenanpassungssymptome entwickelt, können fatal sein.

Die Dissertation soll mit dazu beitragen, das Wissen um physiologische und pathophysiologische Höhenanpassungsphänomene zu erweitern und zu popularisieren.
Besonderer Wert wurde auf die eingehende Darstellung der üblichen physiologischen Reaktionen des sich höhenadaptierenden Organismus gelegt.

Zur Illustration, wie sich aus leichten Akklimatisationssymptomen durch falsches Verhalten ein schweres Krankheitsbild entwickeln kann, sollen Auszüge aus dem Tagebuch des Ehemanns der 51-jährigen Trekkingteilnehmerin Katharina K. dienen.
Das Tagebuch wurde uns vom Ehemann der Betroffenen zur Dokumentation zur Verfügung gestellt. Die Eintragungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur auszugsweise entnommen.

Sonntag, 12.4. (Namche-Bazaar, 3500 m)

Heute mittag kamen wir hier oben an. Wir sind von Jossale rund 1000 Höhenmeter aufgestiegen.
...verspüren wir beide zum ersten Mal etwas Kopfdruck. Bei schnellen Bewegungen kommen wir gleich in Atemnot...

Montag, 13.4. (Namche-Bazaar)

... haben sich bei Katharina die Kopfschmerzen verstärkt. Dazu kommt eine leichte Übelkeit. Sie fühlt sich auch etwas schwach.
Mir gehts außer leichtem Kopfdruck ganz gut.
Wir beide haben letzte Nacht nicht sehr gut geschlafen.

Dienstag, 14.4. (Namche-Bazaar)

Heute Aufbruch nach Thame!
Katharina fühlt sich noch nicht besser...
Wir gehen trotzdem mit der Gruppe weiter.

Mittwoch, 15.4. (Thame, 3800 m)

...verschlechtert sich Katharinas Zustand eher. Sie hatte gestern Mühe, die 3 Stunden hierher zu wandern. Katharina klagt jetzt über Atemnot bei geringen Bewegungen und hat starke Kopfschmerzen.

Donnerstag, 16.4. (Thame)

...Katharina hat Schmerzen beim Atemholen. Sie konnte kaum Schlafen, hat weiter starke Kopfschmerzen. Außerdem ist heute noch starker Durchfall dazugekommen.

Freitag, 17.4. (Khumjung, 3800 m)

...Katharina hat den ganzen Tag gebraucht, um hierher zu kommen (normal 3 Stunden).
Sie ist nach fast durchwachter Nacht völlig erschöpft. Ihr Ruhepuls beträgt 120/min.
Ihre Lippen sind etwas blau. Sie ißt und trinkt kaum etwas. Sie hustet stark. Ihre Kopfschmerzen haben etwas nachgelassen...

Samstag, 18.4. (Khumjung)

Sie hatte eine schlechte Nacht und bekommt jetzt nur mit Mühe Luft. Man hört Brodeln über der Lunge. Ihr Gesicht ist jetzt ganz blau.
Sie kann nicht mehr aufstehen.
Katharina spricht kaum noch verständlich und ist teils abwesend.
Wir beschließen abzusteigen. Wir finden einen Träger für Katharina ...

...erreichen wir Namche-Bazaar.
Da Katharina total erschöpft ist, bleiben wir hier für die Nacht. Wir alle haben große Sorgen um Katharina. Wir schicken einen Boten nach Lukla, um von dort den Hubschrauber verständigen zu lassen.

Sonntag, 19.4. (Namche-Bazaar)

Keine Besserung. Ruhepuls 11o/min. Katharina bekommt von einem Arzt Sauerstoff und Entwässerungstabletten. Sie hat starke Brustschmerzen und atmet röchelnd. Die beiden angeheuerten Sherpas tragen Katharina weiter nach Jossale. Ich habe große Sorgen um ihr Leben...

Katharina M. wurde am nächsten Tag mit dem inzwischen verständigten Hubschrauber nach Kathmandu geflogen. Im Hospital wurde ein Höhenlungenödem diagnostiziert.
Katharina M. mußte mehrere Monate in Deutschland weiterbehandelt werden, um völlig zu genesen.

2. Fragestellung

Die vielen Veröffentlichungen über Physiologie und Pathologie der Höhenadaptation des Menschen beziehen sich fast durchweg auf Beobachtungen von Expeditionsteilnehmern oder einzelnen kleineren Bergsteigergruppen (31, 38, 59, 69, 82, 93, 110). Eine einzige, uns aus der Literatur bekannte Arbeit über Trekkingteilnehmer vergleicht das Höhenanpassungsverhalten durch Befragung an zwei Kollektiven mit unterschiedlichen Aufstiegsverhalten (33).

Vorliegende Dissertation soll die Probleme der Höhenakklimatisation von Trekkingbergsteigern anhand eines Vergleichs von drei Gruppen mit zeitlich weit differierenden Aufstiegsgeschwindigkeiten vertiefen und erweitern.
Insbesondere wird im Rahmen dieser Untersuchung der

a) Einfluß des Aufstiegstempos mit und ohne körperlicher Aktivität

b) der Einfluß intrapersoneller Störfaktoren wie Grunderkrankungen, Rauchen oder Medikamenteneinnahme u. a.,

c) der Einfluß von Persönlichkeitsmerkmalen wie Alter, Gewicht, Geschlecht und Körpergröße und

d) der Einfluß nicht primär akklimatisationsbedingter Störgrößen wie Diarrhoe u. a.

auf das Adaptationsverhalten von Nepaltrekkern und Mitgliedern einer Tibetreisegruppe untersucht. Zusätzlich sollen noch Empfehlungen - abgeleitet aus den Ergebnissen dieser Untersuchung und der Literatur - zum Verhalten während der ersten Tage der Höhenanpassung gegeben werden.

3. Material

3.1 Beschreibung der Gruppe 1

3.1.1 Teilnehmer

Die Teilnehmer der Gruppe 1 setzten sich aus Wissenschaftlern und deren Familienangehörigen, insgesamt 78 Personen, davon 14 Frauen und 3 Kinder unter 14 Jahren, zusammen.

Das Durchschnittsalter der Gruppe lag bei 47,37 Jahren. Alle Teilnehmer waren Flachländer und nicht höhenakklimatisiert. Die körperliche Vorbereitung zu der Reise in dieser Gruppe darf - obwohl nicht erfragt - im Gegensatz zu den Trekkingtouristen wohl als sehr gering angenommen werden.

3.1.2 Reiseverlauf

Diese Gruppe hatte bereits eine etwa 8-tägige Rundreise in China hinter sich (in Höhen bis max. 1oo m) bevor sie nach etwa 3-stündigem Flug von Chengdu (5oo m) in Lhasa (36oo m) eintraf.

In den darauffolgenden Tagen wurden kurze Ausflüge mit Bussen unternommen und am 3. Tag - für nur wenige Stunden - eine Höhe von 43oo m erreicht. Am 5. Tag, also dem 4. in der Höhe verbrachten Tag, mußten die Teilnehmer per Bus einen 5ooo m hohen Paß überqueren. Die Gehstrecken überstiegen während der Ausflüge und Besichtigungen kaum wenige hundert Meter, die Gehzeiten blieben entsprechend kurz. Genächtigt und gegessen wurde in Hotels und ehemaligen Karawansereien.

Tag	Ausgangs-ort (Höhe in m)	Zielort Höhe in m)	Höhen-diff. (m)	Fahrtdauer in Stunden	Höhenintegralsumme (SI)
1.	Chengdu (5oo)	Lhasa (36oo)	31oo	2,5	8oo
2.	Lhasa (36oo	Lhasa (36oo)	0	-	24oo
3.	Lhasa	Longbajoun (43oo)	+7oo	6	4ooo
		Lhasa (36oo)	-7oo		
4.	Lhasa (36oo)	Kavila (5o5o)	-145o	7	775o
		Yigaze (385o)	-12oo		

Tab. 1: Reiseverlauf während der Befragungszeit der Gruppe 1 (SI = siehe Abschnitt 4.4.2.1)

3.2 Gruppe 2

3.2.1 Teilnehmer

Die Bergsteiger dieser Gruppe waren im Frühjahr und Herbst 198o an Trekkingtouren im Solu-Khumbu-Gebiet in Nepal beteiligt. Insgesamt wurden 71 Personen befragt, davon 14 Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 42,53 Jahre. Der jüngste Teilnehmer war 24, der älteste 7o Jahre alt.

Das durchschnittliche Gewicht der Teilnehmer lag bei 7o,27 Kilogramm. Die mittlere Körpergröße erreichte 175,56 cm. Alle Teilnehmer waren Mitteleuropäer und im Flachland geboren und aufgewachsen und nicht höhenakklimatisiert.
Laut mündlicher Befragung hatten aber fast alle Teilnehmer zu Hause auf die Tour trainiert, somit bestanden günstige konditionelle Voraussetzungen.

3.2.2 Trekkingverlauf

Die Trekkingroute war, wie schon erwähnt, für alle Teilnehmer gleich.
Alle Trekker flogen zunächst von Frankfurt nach Kathmandu (135o m) in Nepal.
Nach 2 Tagen Aufenthalt wurden sie mit Kleinflugzeugen nach Lukla in 28oo m Höhe gebracht. Kurz nach der Ankunft um die Mittagszeit begann das Trekking. Die Teilnehmer verbrachten ihre erste Zeltnacht in Jossale in ca. 27oo m Höhe. Am nächsten Tag mußten 9oo Höhenmeter steil hinauf zum Zeltplatz in 36oo m nach Namche-Bazaar, bewältigt werden.
Die Zeitdauer ab der Landung in Lukla bis zum Erreichen der Befragungshöhe betrug ca. 24-3o Stunden.
Die Gruppe wanderte nun weiter über Thame das Gokyo-Tal hinauf.

Pro Tag waren 4-7 Stunden mit leichtem Rucksack zu Fuß zurückzulegen.
Geschlafen wurde in den mitgeführten Zelten. Die Teilnehmer waren ausreichend mit Getränken versorgt - gekocht wurde dreimal täglich.

Tag	Ausgangsort (Höhe in m)	Zielort (Höhe in m)	Höhendiff. (m)	Gehzeit in Std.	Höhenintegralsumme
1.	Namche-Bazaar (36oo)	Thame (38oo)	2oo	4	185o
2.	Thame (38oo)	Thame (38oo)	O	O	375o
3.	Thame (38oo)	Khumjung (38oo)	O	4	575o
4.	Khumjung (38oo)	Tengpoche (39oo)	1oo	5	78oo
5.	Tengpoche (39oo)	Gokyo-Tal (45oo)	6oo	6	995o

Tab. 2: Trekkingroute während der Befragungszeit in Gruppe 2

3.3 Gruppe 3

3.3.1 Teilnehmer

Vier einzelne Gruppen mit insgesamt 53 Teilnehmern wurden ebenfalls 1980 in Nepal während des "rund um die Annapurna" Trekkings befragt. Hier war der Frauenanteil mit 21 Personen am größten.
Der jüngste Teilnehmer war 20, der älteste 69 Jahre alt.
Das Durchschnittsalter wurde mit 40,43 errechnet. Die durchschnittliche Körpergröße betrug 171,39 cm, das mittlere Gewicht 67,52 kg.
Sämtliche Trekker waren Mitteleuropäer und lebten seit ihrer Geburt im Flachland und waren nicht höhenakklimatisiert.
Alle Teilnehmer hatten sich körperlich auf dieses Trekking vorbereitet.

3.3.2 Trekkingverlauf

Auch die Teilnehmer dieser Befragungsgruppe folgen von Frankfurt über Neu-Dehli nach Kathmandu. Nach einem Ruhetag wurde mit Bussen nach Dhumre zum Ausgangspunkt des Trekking in 600 m Höhe gefahren.
7 Tage Anmarschweg zu Fuß lagen zwischen Dhumre und Pisang, dem ersten Ort über 3000 m auf der Route (s. Tab. 3). Bei diesem Trekking mußten die Teilnehmer am 4. Befragungstag den 5400 m hohen Thorong-Paß überwinden.
Der fünfte Befragungstag wurde in Muktinath als Ruhetag verbracht.

Die Gehzeiten betrugen zwischen 4-8 Stunden pro Tag mit leichtem Gepäck. Geschlafen wurde während des ganzen Trekkings in Zelten. Gekocht wurde dreimal täglich, ausgenommen der Tag des Paßübergangs.
Getränke, meist Tee, wurden reichlich angeboten.

	Tag	Ausgangsort (Höhe in m)	Zielort (Höhe in m)	Höhendiff. (m)	Gehzeit in Std.	Höhenintegralsumme
	1.	Dhumre (6oo)	Hängebrücke (8oo)	2oo	5	O
	2.	Hängebrücke (8oo)	Pasatsaur (1ooo)	2oo	6	O
	3.	Pasatsaur (1ooo)	Bulbule (75o)	-25o	5	O
	4.	Bulbule (75o)	Changi (95o)	2oo	5	O
	5.	Changi (95o)	Tal (18oo)	85o	6	O
	6.	Tal (18oo)	Chame (26oo)	8oo	6	5oo
	7.	Chame (26oo)	Pisang (32oo)	6oo	5	17oo
1	8.	Pisang (32oo)	Braga (36oo)	4oo	4	32oo
2	9.	Braga (36oo)	Manang (38oo)	2oo	3	5o5o
3	1o.	Manang (38oo	Karche-Khola (44oo)	6oo	5	695o
4	11.	Karche-Khola (44oo)	Thorong-Paß (54oo)	+1ooo	1o	9ooo
			Muktinath (38oo)	-12oo		
5	12.	Muktinath (38oo)	Muktinath (38oo)	O	O	1o2oo

Tab. 3: Trekkingroute der Gruppe 3. Die Befragungstage sind mit 1-5 ges. gekennzeichnet.

4. Methode

4.1 Untersuchungskonzept

In der Untersuchung wurden 2 Gruppen von Teilnehmern an Nepaltrekkingtouren und eine Tibetreisegruppe befragt.

Alle 3 Gruppen wiesen verschiedene zeitliche Aufstiegsmodi auf. Die Datenerhebung erfolgte durch eine schriftliche Befragung der Teilnehmer. Die Fragebögen wurden ab dem Erreichen von 3ooo m Meereshöhe (bei Tibetgruppe ab 5oo m, siehe dazu 4.3.1) aufeinanderfolgend an 5 Tagen ausgefüllt.

Die Fragebögen beinhalten Persönlichkeitsmerkmale, Fremderkrankungen und höhenbedingte Störungen des Wohlbefindens (siehe 4.3.1). Die Erhebung wurde durch beteiligte Ärzte oder Bergführer geleitet und überwacht.
Als Ziel der Untersuchung galt es, Gemeinsamkeiten, Übereinstimmungen und Ähnlichkeiten im Anpassungsverhalten der Teilnehmer mit Hilfe des SPSS-Computerprogramms (siehe 4.4.1) zu finden.
Daraus abgeleitet sollen Empfehlungen für die ersten Tage der Höhenakklimatisierung gegeben werden (Kap. 8).

4.2 Begriffsdefinitionen

Zur Standardisierung der Auswertung und Verdeutlichung der Darstellung muß die Bedeutung mehrerer zueinander in Beziehung stehender Begriffe erläutert werden.

4.2.1 Große Höhen (Höhenexposition)

Persönliche Erfahrungen und Ergebnisse vieler Untersuchungen zeigen, daß unterhalb eines bestimmten Höhenniveaus Beschwerden oder Komplikationen des Aufstiegs sehr unwahrscheinlich sind.

Folglich wurde daher als "Reizhöhe", d.h. Höhenmarke über der subjektiv spürbare und meßbare Reaktionen und Beschwerden auftreten, eine Höhe zwischen 25oo und 3ooo m festgelegt (4,9,21, 35,39,48,89,116).
Der Beginn des Risikobereichs wird demnach mit 25oo m angenommen, wobei die Beschwerden allerdings oft submanifest bleiben. Deutlich spürbare, vor allem aber beschreibbare und meßbare Höhenbeschwerden treten meist erst in Höhen über 3ooo m auf.

4.2.2 Höhenakklimatisation, Höhenadaptation

Nach Heath/Williams wird Akklimatisation als die Summe der "reversiblen nicht vererblichen Veränderungen biochemischer oder physiologischer Systeme des Menschen, die ihm das Überleben in einem neuen Lebensraum ermöglichen", verstanden. Zwei bis drei Wochen nach Höhenexposition beginnt sich bei Flachlandbewohnern die zunächst eingeschränkte Leistungsfähigkeit wieder zu normalisieren. Wenn nicht eine neue Akklimatisationsstufe (1ooo m in wenigen Tagen oder mehr als 6oo m in 24 Std.) erreicht und überschritten wird, kehren insbesondere ab dem 5. bis 7. Tag des Höhenaufenthaltes die veränderten Vitalfunktionen langsam zum Ausgangswert zurück (35,4o,62,64).
Der Zeitraum, in dem eine volle Höhenadaptation stattfindet, ist noch umstritten, d.h. es erscheint zweifelhaft, ob ein Flachländer jemals die perfekte Höhenanpassung etwa der Sherpas oder Tibeter erreichen kann (58,72,74).

Als Höhenobengrenze der Akklimatisationsfähigkeit des Menschen gilt etwa 55oo m, demnach führt ständiger Aufenthalt in Höhen über der genannten Grenze unweigerlich je nach Expositionshöhe langsamer oder schneller zu körperlichem Verfall.

4.2.3 Akute Höhenkrankheit

HURTADO, der führende Höhenmediziner der Anden, prägte für die von ihm bei einheimischen Hochlandbewohnern beobachtete persistierende Polyerythrämie den Begriff "chronische Höhenkrankheit". Beschwerden beim Aufstieg in großen Höhen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Zyanose sind meist Zeichen ungenügender Akklimatisation. Wir vermeiden deshalb den unklar definierten Begriff "akute Höhenkrankheit" in dieser Untersuchung (11,112, 118).

4.2.4 Definition der "primären" und "sekundären" Anpassungsreaktionen

Primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen

Nach Höhenexposition verändern sich eine Reihe von physiologischen und funktionellen Körperfunktionen im Menschen (siehe auch 4.2.4). Die bereits von Whymper (114) beschriebene, kausal auf den verminderten Sauerstoffpartialdruck und die damit entstehende Hypoxie zurückzuführenden physiologisch erklärbaren Beschwerden im sich höhenadaptierenden Organismus, werden in dieser Untersuchung als "primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen" definiert.
Die Auswahl der Symptome in unseren Fragebögen entspricht den "klassischen", seit Jahrzehnten in der Literatur beschriebenen Anpassungsbeschwerden (4,7,9,16,31,33,39,6o,63,116).

Sekundär höhenbedingte Irritationen und gesundheitliche Störungen

Die unter dieser Bezeichnung zusammengefaßten Komplikationen stehen zunächst in keinem direkten Zusammenhang mit dem erniedrigten O^2-Partialdruck und der dadurch ausgelösten Hypoxie. Zahlreiche Untersuchungen und empirische Daten belegen allerdings die große Bedeutung dieser Parameter als Störfaktoren der Höhenakklimatisation. Nur die volle Einbeziehung dieser nicht primär höhenbedingten, gesundheitlichen Störungen des Allgemeinbefindens in die Analyse der Höhenakklimatisation ermöglicht eine wirklichkeitsnahe Interpretation (siehe 5.7).

4.3 Datenerhebung

4.3.1 Verwendete Fragebögen

Die Gestaltung der Fragebögen ging von der Erkenntnis aus, daß die ersten 5 Tage nach Höhenexposition höhenbedingte Beschwerden und Komplikationen am deutlichsten zeigen (s. 4.2.2).
Als Intensitätsmesser wurden Antwortmöglichkeiten von 1 (leicht) bis 3 (stark) vorgegeben.
Bei der Auswahl der einzelnen Höhenbeschwerden und Symptome wurde auf die Beantwortbarkeit ohne technische Hilfsmittel Wert gelegt.
Im einzelnen wurden folgende primäre Anpassungssymptome (3. 3.6) ausgewählt:

Dyspnoe, Kopfschmerzen, Zyanose, Brustschmerzen, Energieverlust, Schwindelgefühl, Gebrauch von Sauerstoff, Appetitlosigkeit und schwankender Gang.
Zusätzlich waren die nicht ursächlich höhenbedingten Beschwerden wie Husten, Erkältung, Angst, Diarrhoe und Sauerstoffgebrauch bei früheren Höhenaufenthalten gefragt.
Außerdem waren Antworten über das Geschlecht, Alter, Geburtsplatz, Körpergröße und -gewicht zu geben.
Angaben sollten über eingenommene Schmerztabletten, Mittel gegen Grippe oder Erkältung, Schlafmittel und andere Tabletten und über vorhandene Grunderkrankungen, wie z.B. Diabetes, Hypertonie, Rheuma oder andere gemacht werden.

Schließlich waren noch Bemerkungen über Rauchen und frühere Höhenkrankheiten erbeten.
Organisatorische und zeitliche Umstände sind für den Gebrauch zweier unterschiedlicher Fragebögen verantwortlich (Typ I und Typ II, siehe Anhang).
Fragebogen Typ I wurde in Gruppe 1 ausschließlich, in Gruppe 2 und 3 teilweise eingesetzt.
Fragebogen Typ II wurde nur in Gruppe 2 und 3 verwendet. Die beiden Fragebogentypen unterscheiden sich lediglich durch einige in Typ II zusätzlich gestellte Fragen. Daher ergeben sich bei den Graphiken und Tabellen, wo diese Variablen betroffen sind, weniger als 2o2 Fälle.

In Gruppe 1 wurde mit dem Befragen der Teilnehmer bereits in Chengdu in 5oo m Meereshöhe begonnen, um Vergleichswerte zu besitzen. Daher verschieben sich die Meßtage um einen Tag nach hinten. Bei Abbildungen im Gruppenvergleich wurde der erste Tag mit -1 auf der Abszisse bezeichnet, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen.

Weitere umweltbedingte Störfaktoren der Anpassung, wie Temperaturen, Höhenstrahlung und objektive alpine Gefahren wurde aus den Gründen der zweifelhaften Erhebbarkeit dieser Daten in Fragebögen und wegen der Beschränkung auf wesentliche Primärsymptome der Anpassung in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

4.3.2 Probleme der Befragung

Der Fragebogen, den jeder Teilnehmer bei sich trug, wurde von den Befragten jeweils morgens vor dem Frühstück allein ausgefüllt. Die begleitenden Ärzte oder Bergführer waren angehalten, jeden Morgen beim Frühstück an den Fragebogen zu erinnern.
Das grundsätzliche Problem einer Felduntersuchung mittels Fragebogen liegt wohl in der fehlenden Nachprüfbarkeit und Objektivierbarkeit der Antworten.
Wahrnehmungen werden von unbewußten Einstellungen und Reaktionsmustern beeinflußt. Dies kann zu Verzerrungen in der Empfindungsskala, zum Betonen oder Vernachlässigen gewisser Reize führen. Darüberhinaus kann, wenn etwa selbstkritisches Beantworten von Fragen (wie hier im Fragebogen bei einigen Begriffen) das eigene Image verletzen oder Persönlichkeitsideale in Frage stellen - unbewußt oder bewußt - ebenfalls zum Beschönigen oder Verniedlichen eigener Mißempfindungen führen.

Ungenauigkeit und Verschiebungen der Befragungsergebnisse können dadurch bedingt sein.
Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß Validität und Reliabilität bei Befragungen grundsätzlich geringer sind als bei Laboruntersuchungen.

4.4. Auswertung

4.4.1 Datenaufbereitung und statistische Verfahren

Die Information auf den Fragebögen wurde vercodet, auf ein Magnetband übertragen und mit Hilfe des Programmpakets SPSS (Statistical Package of the Social Sciences) am Leibniz-Rechenzentrum der Universität München ausgewertet.
Für die statistischen Analysen wurden im univariaten Fall Häufigkeitstabellen bei nichtmetrischen Variablen und statistische Maße (Mittelwert, Standardabweichung) bei metrischen Variablen gebildet. Für bi- und multivariate Analysen wurden bei nichtmetrischen Variablen zwei- und mehrdimensionale Kreuztabellen erstellt und chi^2-Tests durchgeführt, bei metrischen Variablen Mittelwertvergleiche und t-Tests.

Zusätzlich wurden Korrelationen zwischen Variablen berechnet und getestet (Produkt-Moment-Korrelationen und Rangkorrelationen).
Zur Verwendung statistischer Testverfahren dieser Untersuchung muß angemerkt werden:
Eine Voraussetzung für statistische Signifikanztests - die Zufallswahl - ist hier nicht gegeben. Die Anwendung derartiger Tests ist deshalb in dieser Untersuchung nicht unproblematisch und deshalb wird weitgehend darauf verzichtet.
Die Variablen "Schwindelgefühl", "schwankender Gang", "0^2-Gebrauch" und "0^2-Gebrauch bei früheren Trekkings" sind in der Darstellung nicht berücksichtigt, da die Antworten zu diesen Symptomen für eine Auswertung nicht geeignet waren.

4.4. 2 Konstruierte Maße

Zur Analyse der erhobenen Daten wurde eine Reihe von Maßen und Hilfsgrößen gebildet.
Diese neu bestimmten Konstrukte zur Darstellung der Höhenzeitexposition und Reaktionsintensität der einzelnen Anpassungsreaktionen werden nachfolgend beschrieben.

4.4.2.1 Höhenprofile

Für die drei Gruppen wurden die "Höhenprofile" (aus den mittleren Tageshöhen H_n), (SI) nach Zink (118) berechnet.

Durchschnittshöhe (H_n)

Als Berechnungsgrundlage der mittleren Tageshöhe H_n dient die Schlafhöhe vom Vortrag des zu bestimmenden Tages (H_{n-1}), sowie die Schlafhöhe des folgenden Tages (H_{n+1}).
Unter den gegebenen Bedingungen verbringt der Teilnehmer etwa 2/3 der Beobachtungszeit in der Höhe (H_n). Die restliche Zeit wird für Auf- und Abstiege von der Vortagesschlafhöhe verwendet (H_{n-1}). Daher kann als Korrekturfaktor mit guter Näherung der Werte (H_n-H_{n-1}) x o,25 gewählt werden.
Die endgültige Berechnungsformel für die mittlere Tageshöhe lautet demnach

$$H_n = H_n - (H_n - H_n - 1) \times o{,}25$$

Ist die Differenz zwischen der Schlafhöhe H_n und der maximalen (H_{max}) oder minimalen(H_{min}) Tageshöhe größer als 3oo m, wird dieser Wert statt der Vortagesschlafhöhe (H_{n-1}) in die Gleichung mit aufgenommen:

$$H_n = H_n - (H_n - H_{max}) \times o{,}25$$

oder

$$H_n = H_n - (H_n - H_{min}) \times o{,}25$$

Tagesintegral (TI)

Die Fläche unter dem Höhenprofil (Durchschnittshöhe) ergibt für jeden vorgegebenen Tag n ein Maß für die Höhenexposition:

Die Formel:

$$T/_n = \int_{n-1/2}^{n+1/2} f(n)\, dn$$

stellt die exakte Beschreibung dieser Größe dar.
Wesentlich einfacher ist die folgende geometrische Näherung.

Die Schmalseiten der TI-Rechtecke seien 1, die beiden langen Seiten können als die Hälfte der Vortagesschlafhöhe plus die Hälfte der Schlafhöhe des folgenden Tages angenähert werden.

$$(1/2\ H_{n-1} + 1/2\ H_{n+1}).$$

Höhen unter 2ooo m sind für die Höhenakklimatisation ohne Bedeutung, sie werden deshalb subtrahiert.
Als näherungsweise Berechnung der täglichen Höhenexposition kann also gelten:

$$TI_n = (H_{(n-1)} - 2ooo) + (H_{(n+1)} - 2ooo) \times 1$$

Die Dimension wird in Flächeneinheiten (FE) angegeben.

Tagesintegralsumme (= Summenintegral = SI)

Die Tagesintegralsumme als Ausdruck der bis zum Tag t erreichten Höhenexposition errechnet sich aus der Addition der Tagesintegralwerte (TI) bis zum Tage t:

$$SI_n = \sum_{n=1}^{t} TI_n$$

Diese Größe stellt ein brauchbares Maß für den Höhenexpositionsindex vergleichbarer Expeditionen oder Trekkinggruppen dar.

4.4.2.2 Aggregierte Maße der Reaktionsintensität

Ausgehend von den Einzelreaktionen, deren Stärke mit o,1,2 und 3 gekennzeichnet war, wurden zwei Maße konstruiert, die auf unterschiedlichen Aggregationsebenen die Stärke der Reaktionen dokumentieren.

Mittlere Einzelreaktionsstärke = MER

Durchschnitt der Stärke einer einzelnen Anpassungsreaktion

$$MER_i = \sum_{\frac{1}{4}}^{4} ER_i$$

MER_i: mittl. Einzelreaktionsstärke

ER_i : Einzelreaktion $_i$

Mittlere Gesamtreaktionsstärke = MGR

Durchschnitt aller mittleren Einzelreaktionsstärken

$$MGR = \frac{\sum_{i=1}^{n} MER_i}{n}$$

MGR = Mittlere Gesamtreaktionsstärke
MER = Mittlere Einzelreaktionsstärke
n = Zahl von Einzelreaktionen

4.4.2.3 Zahl der Anpassungsreaktionen

Dieses Maß stellt die Intensitätsbewertung der Anpassungsreaktionen in Form einer Addition sämtlicher einzelner Höhenbeschwerden dar.
Grundlage dieser Addition bildet die Stärkeskala von 1 (leicht), 2 (mittel) bis 3 (stark) der angegebenen Akklimatisationsbeschwerden.
($\triangleq$ n)

Die auf den Abbildungen und Tabellen beschrifteten Intensitätsbezeichnungen der Höhenbeschwerden REAKTIONSSTÄRKE und MITTELWERT DER REAKTIONSSTÄRKE entsprechen MGR und MER.
Die Bezeichnung ist jeweils in der Legende enthalten.

5. E R G E B N I S S E

5.1 A u s w e r t u n g nach G r u p p e n

Der in Kapitel 3. beschriebene unterschiedliche zeitliche Aufstiegsmodus der drei Gruppen erfordert eine vergleichende Darstellung der Höhenzeitprofile.
Die individuellen Expositionsindizes ermöglichen erst eine direkte Vergleichbarkeit und Beurteilungsmöglichkeit der Gruppen zu einem bestimmten Zeitpunkt.
In Abbildung 1 sind die Durchschnittshöhen, Tagesintegrale und Tagesintegralsummen der verschiedenen Gruppen dargestellt. (siehe auch Kap. 4.3.1)
Tagesintegralsumme am 5. Tag: Gruppe 1 = 755o;
Gruppe 2 = 995o; Gruppe 3 = 1o2oo.

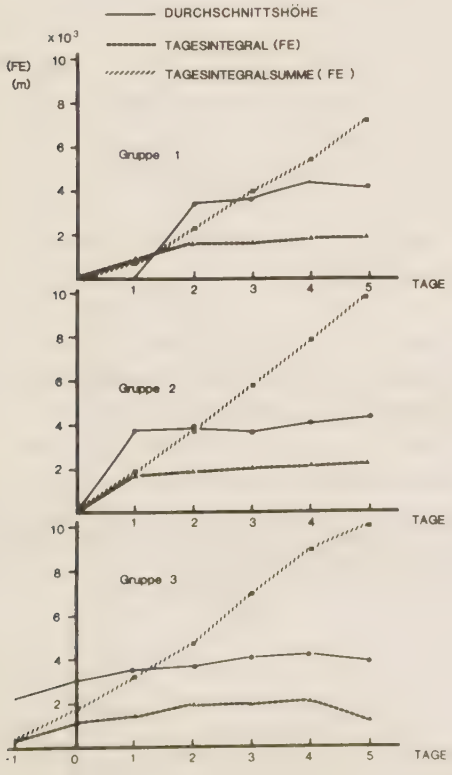

Abbildung 1:
Durchschnittshöhen, Tagesintegrale und Tagesintegralsummen der 3 Gruppen. Die auf -1 erweiterte Abszisse der Gruppe 3 verdeutlicht die am 1. Befragungstag bereits bestehende Tagesintegralsumme.

Der Vergleich der Tagesintegralsumme der drei Gruppen zeigt, daß die Aufenthaltsdauer in der Höhe das entscheidende Maß aller aus der Höhenexposition abgeleiteten Variablen darstellt.

Tabelle 1 verdeutlicht die unterschiedliche Anpassungsreaktionsstärke der drei Gruppen. Die dritte Gruppe, die langsamer aufstieg, zeigt weniger und schwächere Anpassungsreaktionen als die anderen Gruppen.

	MGR	Zahl der Personen
Gruppe 1	7.795	n = 78
Gruppe 2	7.352	n = 71
Gruppe 3	5.66o	n = 53

Tabelle 4: Summe der primären und sekundären Anpassungsreaktionen aller Teilnehmer nach Intensität. (siehe auch 4.4.2.2)

Die Inzidenz aller Höhenbeschwerden im gesamten Befragungskollektiv lag bei 26,2o%.
In den Gruppen konnten wir für Gruppe 1: 27,6o%, für Gruppe 2: 27,12% und für Gruppe 3: 23,39% ermitteln.

Die detaillierte Aufgliederung der Adaptationsstärken an den Meßtagen ergibt nach Abbildung 2 den nicht überraschenden steilen Anstieg der Kurve am 1. Höhenexpositionstag in Gruppe 1. Die Meßlinie der ersten Gruppe ist um einen Tag nach links verschoben und mit -1 und O. Tag symbolisiert, da der 1. Meßtag bei dieser Gruppe bei 5oo m Meereshöhe lag. Die gleichbleibenden Schlafhöhen und die beschränkte körperliche Aktivität wird durch den stetigen Abfall der Anpassungsreaktionen verdeutlicht.

Die Gesamtreaktionsstärken in der Gruppe 2 sind am ersten Tag sehr stark, bilden sich mit gleichbleibender Höhenexposition zurück und steigen allerdings mit weiterem Höhengewinn am 5. Tag wieder an.

Die dritte Gruppe zeichnet sich durch eine langsame - entsprechend der Aufstiegsdauer - steigende Kurve aus. Die größte, bei diesem Trekking erreichte Höhe mit 5400 m spiegelt sich durch die Spitze am 4. Tag wider.
Der niedrigste Wert aller drei Gruppen am letzten Tag kann als gute, den anderen Gruppen überlegene Höhenanpassung verstanden werden.

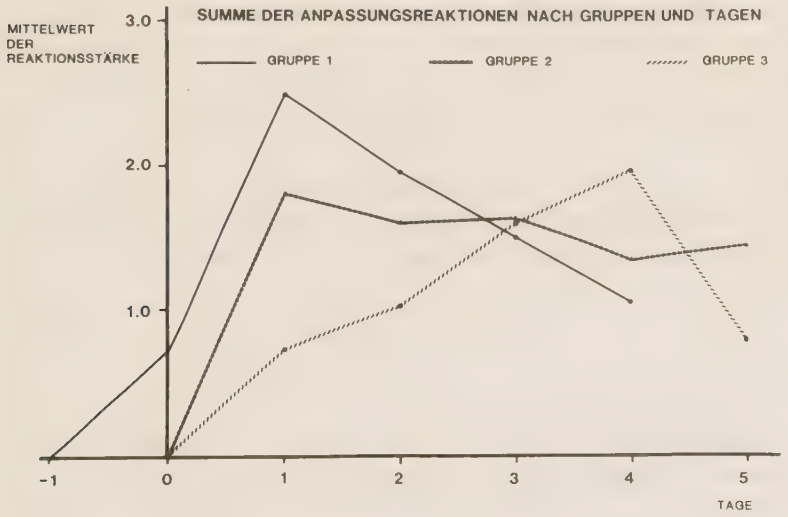

Abbildung 2: Mittlere Gesamtreaktionsstärken der primären und sekundären Anpassungsreaktionen nach Gruppen und Tagen.

5.2 Auswertung nach Tagen

Stellt man nun die ersten vier Befragungstage in Bezug auf Häufigkeit und Intensität der primären und sekundären Höhenbeschwerden aller Teilnehmer einzeln dar, zeigt sich als Überblick der erste und dritte Tag als Zeitpunkt intensivster Beschwerden bei den primär höhenbedingten Anpassungsreaktionen.

Die Summe der sekundär höhenbedingten gesundheitlichen Störungen ist am zweiten Tag besonders hoch (siehe Abbildung 3). Deutlicher werden die Unterschiede der Tagesreaktionsstärken in den drei Gruppen (s. Abb. 4).

Gruppe 1 und 3 zeigten im Hinblick auf die primären Höhenbeschwerden im Verlauf von Tag 1-4 fast gegensinnige Reaktionsintensitäten. Die Gruppe 2 behält während des Befragungszeitraums ein gleich hohes Reaktionsniveau bei, das nur am 4. Tag abfällt.
Bemerkenswert ist der Inzidenzunterschied der sekundären gesundheitlichen Störungen zwischen Gruppe 2 und den anderen Gruppen während aller Befragungstage (siehe auch 5.6.1o und 5.7.4).

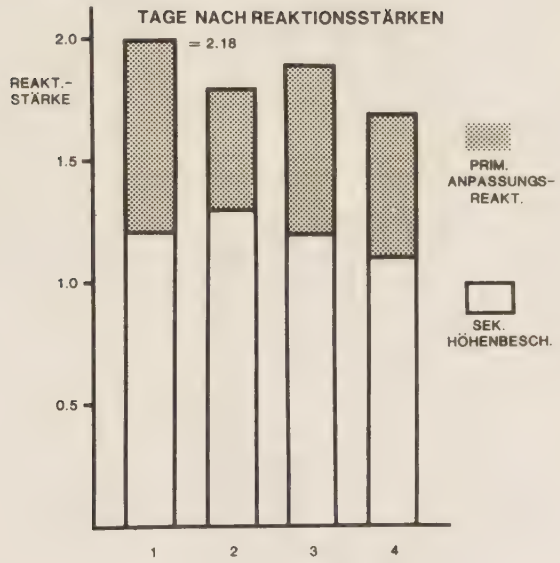

Abbildung 3: Summe der primären und sekundären Höhenanpassungs-reaktionen = in mittleren Gesamtreaktionsstärken aller Teilnehmer nach Tagen.
Es stehen nur 4 Vergleichstage zur Verfügung, da der 1. Tag in Gruppe 1 kein Höhenexpositionstag war.

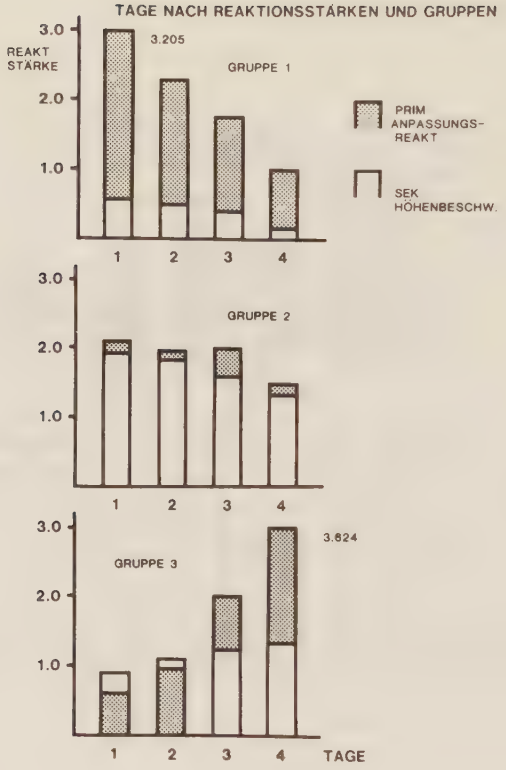

Abbildung 4: Summe der mittleren Gesamtreaktionsstärke der einzelnen Gruppen nach Tagen. Die "primären" Anpassungsreaktionen sind gesondert dargestellt.

5.3 Personenbezogene Daten

5.3.1 Geschlecht

Männer stellten die Mehrheit der befragten Teilnehmer in allen drei Gruppen (s. Tab. 2)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gesamt
Männer	n = 64	57	32	153
	% = 82,1	8o,3	6o,4	75,7
Frauen	n = 14	14	21	49
	% = 17,9	19,7	39,6	24,3

Tabelle 5: Geschlechterverteilung von 2o2 Trekkingteilnehmern

Der Anteil von 24% Frauen stimmt recht gut mit den Daten von Trekkingreisebüros und eigenen Untersuchungen aus Nepal überein, die alle zwischen 2o-3o% weibliche Teilnehmer angeben.
Die Inzidenz von HADI bei den Geschlechtern verdeutlicht Tab. 3.

Frauen zeigen insgesamt und bei allen einzelnen Gruppen deutlich verstärkte "mittlere Gesamtreaktionsstärken" (MGR).
Die MGR-Werte aller Teilnehmer entsprechen einer Beschwerdeinzidenz von 29% bei den Frauen und 22% bei den Männern.

ANPASSUNGSREAKTIONEN MÄNNER / FRAUEN ZUSAMMENGEFASST NACH GRUPPEN

MÄNNER	MITTELWERT D. REAKTIONS-STÄRKE	ZAHL DER PERSO-NEN	FRAUEN	MITTELWERT D. REAKTIONS-STÄRKE	ZAHL DER PERSO-NEN
GESAMT	6,7778	153	GESAMT	8,0204	49
GRUPPE 1	7,3750	64	GRUPPE 1	9,7143	14
GRUPPE 2	7,0526	57	GRUPPE 2	8,5714	14
GRUPPE 3	5,0938	32	GRUPPE 3	6,5238	21

Tabelle 6: Gegenüberstellung von Männern und Frauen: MGR - Werte nach Gruppen (Mittelwert der Reaktionsstärke = MGR)

Die Intensität der einzelnen primären und sekundären Anpassungsreaktionen vermittelt Abbildung 5.
Bei allen Höhenbeschwerden, mit Ausnahme von Brustschmerz, Diarrhoe und Schlaflosigkeit ist die Morbidität bei den Frauen zum Teil beträchtlich erhöht. Auch die Anzahl der Tage mit Höhenbeschwerden ist mit 3,835 bei den Frauen zu 3,o12 bei den Männern ebenfalls zuungunsten der Frauen erhöht.

Die Ergebnisse zeigen somit, daß nach unseren Daten Frauen in der entscheidenden Anpassungsphase der ersten vier (fünf) Tage nach Überschreiten der 3ooo m Marke stärker, häufiger und länger an primären und sekundären Höhenbeschwerden leiden als Männer.

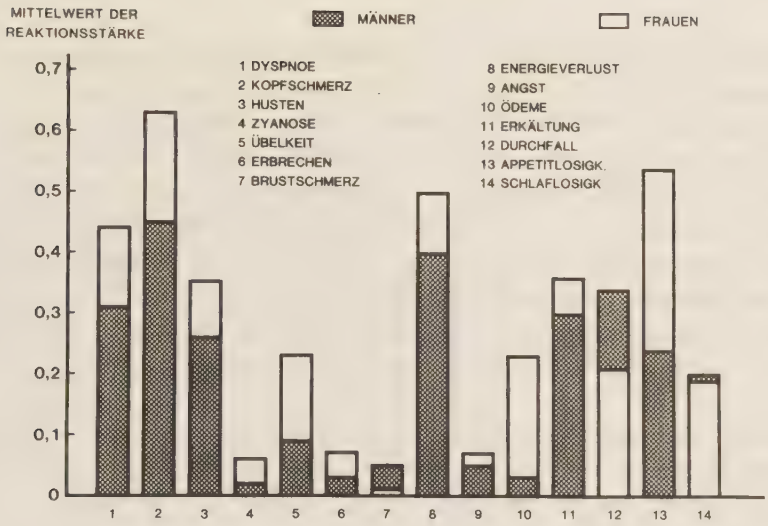

Abbildung 5: Vergleich der Intensität von Anpassungssymptomen bei Männern und Frauen in MER.

5.3.2 Alter

Die Altersverteilung sämtlicher Teilnehmer bestätigt das schon in vorhergegangenen Untersuchungen festgestellte Überwiegen der Altersgruppen von 35-55 Jahren bei Trekkingtouren.

Geht man der Frage nach, in welchem Maße die Aufstiegsgeschwindigkeit in Zusammenhang mit dem Alter bei den diversen Anpassungsreaktionen von Bedeutung ist, so erhält man folgendes Bild:
Die Teilnehmer in der Altersgruppe -3o Jahre zeigen die stärksten primär höhenbedingten Anpassungsreaktionen in der Aufstiegsgruppe 1, reagieren also heftig bei schnellem Höhengewinn. Je langsamer die Befragten in dieser Altersgruppe aufsteigen, desto milder fallen ihre primären Anpassungssymptome aus. (Gruppe 2 und 3)

Die mittlere Altersgruppe liegt nach der Intensität ihrer Anpassungsreaktionen in der 2. Aufstiegsgruppe am günstigsten. Die Teilnehmer über 5o Jahre bieten in der Ausprägung ihrer Höhenbeschwerden ein uneinheitliches Bild. So sind etwa "Kopfschmerzen" mit 82% in Gruppe 3 am stärksten, dagegen weist "Schlaflosigkeit" mit 27% in der Gruppe 2 den maximalen Wert auf. "Energieverlust" bildet mit 49% in Gruppe 1 den höchsten Wert. Bei den sekundären gesundheitlichen Störungen finden sich in sämtlichen Altersgruppen unterschiedliche Reaktionsmuster, so daß eindeutige Aussagen nicht getroffen werden können.

Überprüft man die Häufigkeit nach 7 Altersklassen ohne Berücksichtigung der Aufstiegsgeschwindigkeit, so zeigt sich ebenfalls eine erhöhte Inzidenz der jüngeren Teilnehmer bis 3o Jahre. Dabei muß angemerkt werden, daß eine Fallzahl von 25 Personen zu gering ist, um eindeutig interpretiert werden zu können. Personen über 6o Jahre klagen, im Vergleich zu den jüngeren Teilnehmern kaum über Höhenbeschwerden.

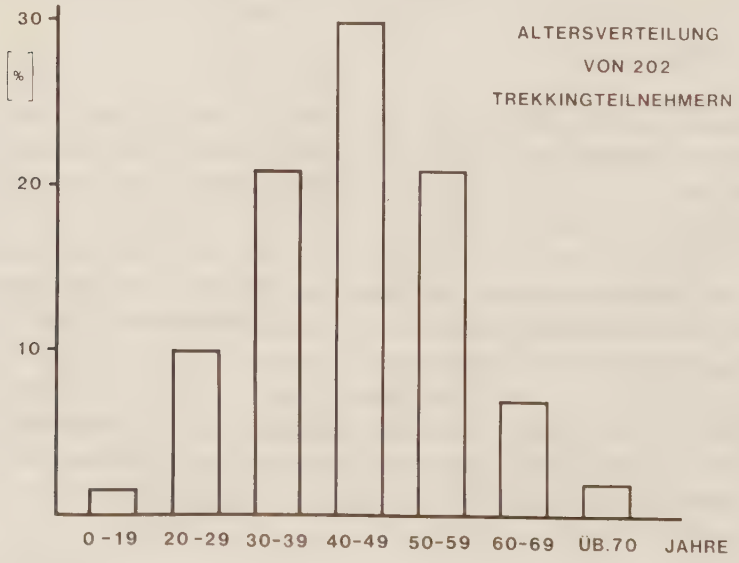

Abbildung 6: Altersverteilung von 2o2 Trekkingteilnehmern

HÖHENBESCHWERDEN NACH ALTER

IN PROZENT

-19 n=3	20-29 n=22	30-39 n=46	40-49 n=66	50-59 n=47	60-69 n=14	ÜB. 70 n=4	JAHRE
33.3	40.9	58.7	45.5	55.3	28.6	25.0	DYSPNOE
100	63.6	63.0	81.8	66.0	57.1	75.0	KOPFSCHM
66.7	31.8	13.0	40.9	31.9	14.3	0	HUSTEN
33.3	4.5	6.5	3.0	4.3	14.3	25.0	ZYANOSE
66.7	40.9	17.4	16.7	19.1	14.3	0	ÜBELKEIT
66.7	9.1	4.3	9.2	8.5	7.1	0	ERBRECHEN
33.3	18.2	0	12.1	8.5	0	0	BRUSTSCH.
100	54.5	54.3	56.1	55.3	50.0	50.0	ENERGIEV.
33.3	9.1	6.5	15.2	6.4	7.1	0	ANGST
33.3	13.6	8.7	9.1	6.4	7.1	0	PER.ÖDEME
100	42.9	23.1	36.0	26.5	28.6	0	ERKÄLT.
100	41.2	38.2	24.3	40.0	28.6	0	DIARRHOE
100	29.4	18.2	31.3	37.9	16.7	0	APPETITLOS
33.3	18.2	19.6	33.3	19.1	7.1	25.0	SCHLAFLOS

Tabelle 7:
Stärke der Höhenbeschwerden aller Teilnehmer nach Alter (7 Gruppen) in Prozent

Nach unseren Ergebnissen scheint das Alter bei der Höhenakklimatisation eine wichtige Rolle zu spielen.
Jüngere Personen, besonders unter 3o Jahren, reagieren, wenn sie sehr schnell aufsteigen,(innerhalb von 3o Stunden) verstärkt mit HADI - Symptomen, besonders mit Energieverlust, Übelkeit, Erbrechen und peripheren Ödemen.

Personen über 6o Jahre weisen ein überraschend günstiges Akklimatisationsverhalten auf.
Im Vergleich zu den benachbarten Altersklassen leidet die Gruppe der 3o-39-jährigen ebenfalls an weniger Höhenbeschwerden.

5.3.3 Körpergröße

Die Frage nach der Körpergröße der Teilnehmer war nur auf Fragebogen Typ II gestellt. Es gingen daher lediglich 67 Antworten ein.
Die Untersuchung, in welchem Zusammenhang Körpergröße mit der Intensität der 9 primären Anpassungsreaktionen steht, ließ nach Tabelle 6 und 7 folgende Feststellungen zu:
Es besteht keine signifikante Korrelation zwischen höhenbedingten Anpassungsreaktionen und Körpergröße. Eine signifikante Übereinstimmung zwischen Körpergröße und nicht höhenbedingten sekundären Symptomen läßt sich nur am 4. Tag als negative Korrelation - also je kleiner die Person, umso stärker die Beschwerden - nachweisen.

n = 67	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag
	o.o38	-o.154	-o.197	-o.14o
$p = {}_2$ (chi - Test)	o,755	o.212	o.1o9	o.258

Tabelle 8: Darstellung der Korrelation der Summe der primären Anpassungsreaktionen und der Körpergröße nach Tagen

n = 67	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag
	-o.o54	- o.85	-o.1o4	o.3oo
$p = {}_2$ (chi - Test)	o,664	o.491	o.399	o.o13

Tabelle 9: Darstellung der Korrelation der Summe der sekundären Anpassungsreaktion und der Körpergröße nach Tagen

5.3.4 Körpergewicht

Als Berechnungsgrundlage zur Ermittlung des angegebenen Körpergewichts galt die Formel:

Körpergröße in cm - 1oo = Normalgewicht in Kg
Normalgewicht in Kg - 1o% = Idealgewicht in Kg

Das Gewicht konnte von 81 Personen erfragt werden. Nach obiger Berechnung war die Mehrzahl der Teilnehmer normal-, ideal- und untergewichtig.
Nur 19 Teilnehmer lagen über dem Idealgewicht. 5 Personen waren leicht übergewichtig.
Wir verwendeten daher das Idealgewicht der Trekker als Normgewicht und stellten ihr normal- und leichtgewichtige Personen zum Vergleich gegenüber (siehe Tab. 1o).
Aus den Antworten lassen sich vermehrte Anpassungsprobleme der leichtgewichtigen Trekker ableiten.
Bei fünf Bergsteigern, die nach unserer Formel bis 1o kg über dem Normalgewicht lagen, zeigten 3 Trekker vermehrte und 2 Personen gegenüber dem Durchschnitt aller befragten Teilnehmer verminderte Höhenbeschwerden.
Unser Beobachtungsgut von nur 5 Personen läßt sich daher zur Beurteilung einer Beeinflussung der Höhenadaptation durch Übergewicht nicht heranziehen.

	2 kg und mehr unter Idealgewicht n = 18	Idealgewicht n = 3o	9 kg und mehr über Idealgewicht n = 19
Dyspnoe	67%	45%	68%
Kopfschmerz.	83	67	63
Zyanose	17	4	1o
Übelkeit	22	24	5
Erbrechen	17	6	5
Energieverl.	55	48	68
Brustschm.	11	1o	16
Schlaflosigk.	22	15	26
p. Ödeme	22	15	5

Tabelle 1o: Primäre Anpassungsreaktionen in Abhängigkeit vom Gewicht

5.4 Gebrauch von Medikamenten

Die Teilnehmer sollten Angaben über den Gebrauch von Schmerzmitteln, Schlaf- und Beruhigungsmitteln und Grippemitteln machen.

12 von 82 Personen bejahten die Einnahme von Analgetika. Bei ihnen traten vermehrt Dyspnoe, Kopfschmerzen, Übelkeit, Energieverlust und Angst auf.

Sieben Teilnehmer nahmen Hypnotika ein.
Bei diesen Personen war die Inzidenz von Kopfschmerzen, Angst, Diarrhoe und Schlaflosigkeit erhöht.
Die sechs Trekker, die Anti-Grippemittel gebraucht hatten, zeigten eine Erhöhung der meisten primären Anpassungsreaktionen.

5.5 Allgemeine Grunderkrankungen und Rauchen

5.5.1 Hypertonie

Die Frage nach einer manifesten Hochdruckerkrankung wurde von nur 5 Teilnehmern bejaht.
Tabelle 11 und Abbildung 6 zeigen eine erhöhte Reaktionsstärke der Hypertoniker bei primären und sekundären Anpassungsreaktionen im Vergleich zu den übrigen Befragten. Eine eindeutige Tendenz, bzw. ein bestimmtes Beschwerdebild konnte bei den an Hypertonie leidenden Trekkern allerdings nicht festgestellt werden.

Auffällig ist die jeweils hohe Inzidenz der beiden Frauen für Höhenbeschwerden.

		MGR
HYPERTONIKER	n = 5	12.000
NICHTHYPERTONIKER	n = 69	7.667

Tabelle 11: Hypertoniker und Nichthypertoniker: Summe der mittleren Gesamtreaktionsstärke für sämtliche Höhenbeschwerden

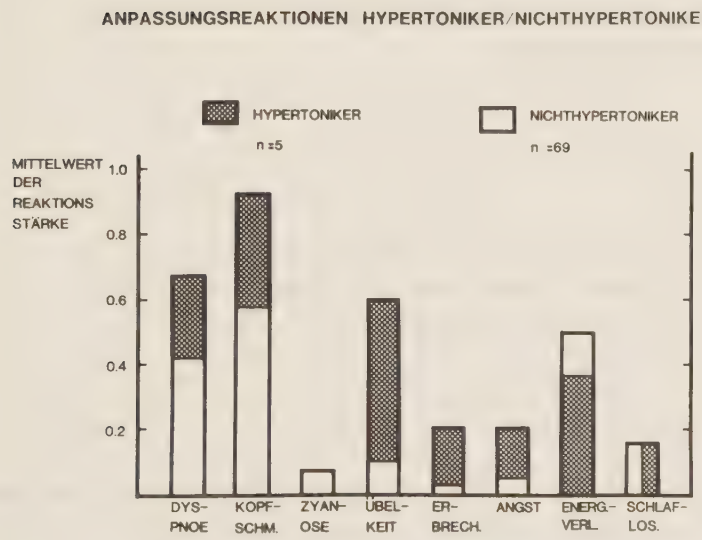

Abbildung 6: Vergleich der Intensität von Höhensymptomen bei Hypertonikern und Nichthypertonikern.

Mittelwert der Reaktionsstärke = Mittlere Gesamtreaktionsstärke (MGR)

5.5.2 Rheuma

Sechs Personen bestätigen eine Rheumaerkrankung, davon 4 in Gruppe 2 und je eine Person in Gruppe 1 und 3.
Der Altersbereich schwankte zwischen 27 - 68 Jahren; die Geschlechtsverteilung war mit je drei Männern und Frauen ausgeglichen. Zwei Teilnehmer nahmen Antirheumatika in reduzierter Dosis ein - die übrigen Rheumatiker kamen ohne jegliche Medikamente aus. Aus welcher Wirkstoffgruppe der Antirheumamittel die eingenommen Präparate entstammten, konnte nicht erfragt werden.

Nach Tabelle 12 zeigen Rheumakranke eine erhöhte Inzidenz für Höhenanpassungsbeschwerden.

		MGR
Rheuma	n = 6	11.833
Kein Rheuma	n = 67	7.268

Tabelle 12: Rheumakranke und Vergleichsgruppe: Mittlere Gesamtreaktionsstärke aller Höhenanpassungssymptome

5.5.3 Diabetes

Nur eine Person war an Diabetes erkrankt. Wir verzichteten daher auf eine Darstellung zu diesem Komplex (siehe auch 5.5.1)

5.5.4 Rauchen

Wir konnten insgesamt nur 3 Raucher in Gruppe 2 und 3 ermitteln. Als durchschnittlich täglich konsumierte Menge wurden 7, 1o und 15 Stück angegeben.
Da in Gruppe 1 nur der Fragebogentyp I verwendet wurde, lagen uns lediglich mündliche Auskünfte vor. Danach gab es in dieser Gruppe etwa 15 Teilnehmer, die mehr als 1o Stück pro Tag rauchten.

Übereinstimmend in allen 3 Gruppen wurden von keinen verstärkten Höhenbeschwerden berichtet.
Allerdings muß die Aussagekraft dieser Angaben, bedingt durch die geringe Fallzahl und die mündlichen Angaben eingeschränkt werden.

5.6 Primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen

Die medizinische Literatur beschreibt sogenannte klassische Höhenakklimatisationsbeschwerden, die - ausgehend vom erniedrigten Sauerstoffpartialdruck - als Folge der einsetzenden Hypoxie auftreten. Diese Symptome könnten von Störungen des Allgemeinbefindens anderer Genese begleitet sein.

Die Befragungsergebnisse der wichtigsten dieser kausal höhenbedingten Symptome, die von uns als "primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen" definiert werden, sollen nachfolgend vorgestellt werden (siehe auch 4.2.3).

5.6.1 Dyspnoe

Von den 2o2 befragten Teilnehmern gaben insgesamt 172 Personen Kurzatmigkeit an. Als durchschnittliche Inzidenz errechnet sich:

	%	% pro Tag	n
Gruppe 1	46,2	2o,5 =	16
Gruppe 2	53,5	32,7 =	23
Gruppe 3	45,3	19,6 =	1o
Gesamt	48,5	24,2	16

Tabelle 13: Inzidenz von Dyspnoe in Prozent insgesamt und im Durchschnitt pro Tag.

Die in Gruppe 2 gegenüber der ersten Gruppe so deutlich erhöhte Häufigkeit von Dyspnoe darf mit der körperlichen Belastung durch den steilen Anstieg nach Namche-Bazaar interpretiert werden:

Abbildung 7 zeigt eine Korrelation der Reaktionsstärke mit der Höhenexposition. Am fünften Tag tendieren die Werte aller Gruppen nach unten als Ausdruck einer abgeschlossenen Primärphase der Höhenanpassung. Am 4. Tag findet sich in der 3. Gruppe ein extrem hoher Wert, der die Intensität von Dyspnoe als Folge der Kombination von Expositionshöhe und körperlicher Belastung verdeutlicht.

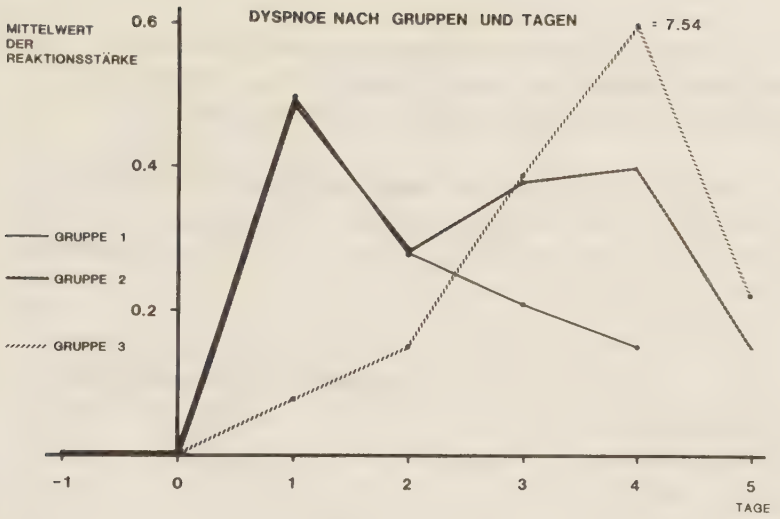

Abbildung 7: Mittelwert der Reaktionsstärke (= MER) der 3 Gruppen nach Tagen.

5.6.2 Kopfschmerzen

Kopfschmerzen werden als eines der häufigsten Symptome der Höhenanpassung beobachtet und gelten als empfindlicher Meßfühler für ungenügende Höhenakklimatisation.
Die Inzidenz von Kopfschmerzen aller Teilnehmer ergab 7o,3%.
Die Auftrittshäufigkeit betrug in Gruppe 1 79,5%, in der zweiten Gruppe 6o,6% und in der dritten Gruppe 69,8%.
Abbildung 8 und 9 zeigen besonders starke Kopfschmerzen bei den Teilnehmern, bzw. Gruppen mit schnellem Höhenanstieg.
Nach dem 2. Expositionstag sinkt die Kopfwehrate in Gruppe 1 kontinuierlich, während die Werte der zweiten und dritten Gruppe Höhen- und körperliche Belastungsabhängigkeit des Symptoms Kopfschmerzen demonstrieren. Der Kurvenverlauf von Kopfschmerzen und Dyspnoe ist bei der dritten Gruppe fast identisch: Die Kurve erreicht am 4. Tag ihren Scheitel, fällt am 5. Tag stark ab und erreicht bei Kopfschmerzen den tiefsten Punkt aller Gruppen.

Die in Abbildung 9 eingezeichnete Höhenintegralsumme als Indikator der Höhenexposition belegt eindrücklich die günstigste Akklimatisationssituation der dritten Gruppe.

Ein ähnliches Bild bietet die Dauer der Kopfschmerzen nach Tagen. Auch hier ist der Prozentsatz der Teilnehmer mit 3-5 Tagen andauernden Beschwerden bei der 3. Gruppe am geringsten. (siehe Tabelle 14)

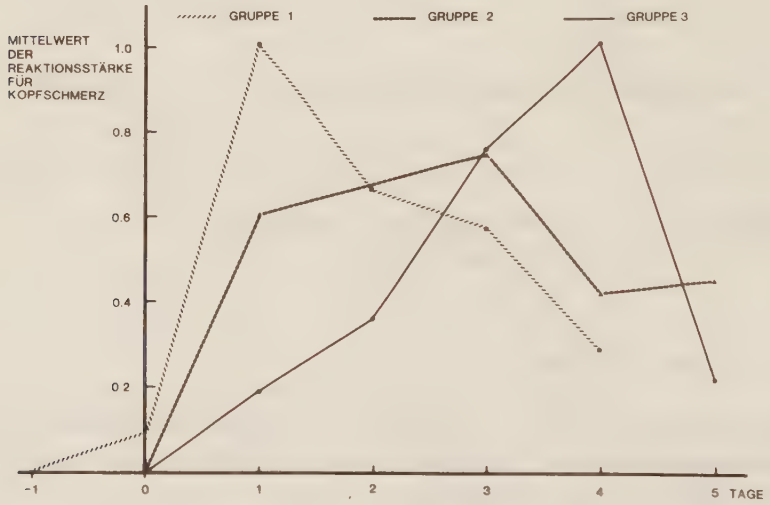

Abbildung 8: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Kopfschmerzen nach Gruppen und Tagen.

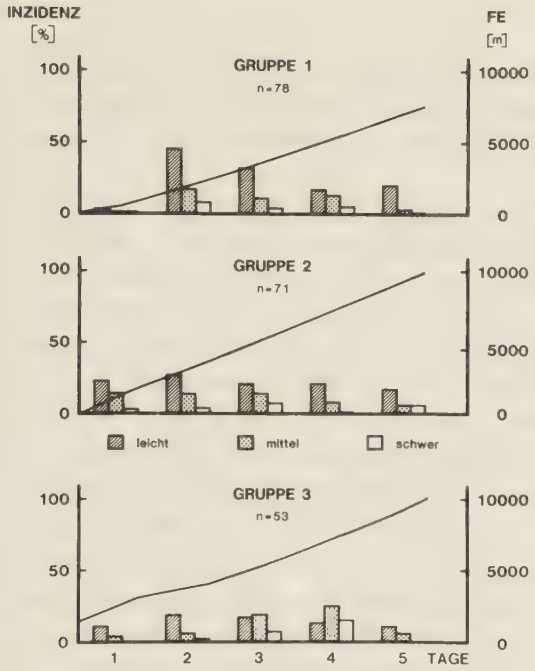

Abbildung 9:
Inzidenz und Intensität von Kopfschmerzen nach Gruppen und Tagen. Zusätzlich ist die Höhenintegralsumme aufgetragen.

TAGE	GRUPPE 1	2	3
1	13,0	2,8	1,9
2	3,9	9,9	7,5
3	7,8	4,2	1,9
4	6,5	0,0	0,0
5	3,9	5,6	0,0

Tabelle 14:
Anzahl der Tage mit Kopfschmerzen nach Gruppen in Prozent

5.6.3 Schlaflosigkeit

In Abbildung 1o sind die drei Aufstiegsgruppen während der ersten 5 Tage der Höhenakklimatisation nach dem Symptom Schlaflosigkeit verglichen.
Die Inzidenz von Schlaflosigkeit bei allen Teilnehmern beträgt 57%. Die Ergebnisse lassen bei den Mitgliedern der Gruppe 1 eine relativ hohe Schlaflosigkeit schon im Flachland - wohl reisebedingt - erkennen. In dieser Gruppe werden in der zweiten Höhennacht Maximalwerte erreicht, die zwar im Verlauf der nächsten Tage zurückgehen, aber über den Werten der anderen Gruppen bleiben.
Die Nacht vor dem Paßübergang verursacht in Gruppe 3 erhöhte Schlaflosigkeit (Abb. 1o). Der MER-Wert dieser Gruppe fällt am 5. Tag auf fast Null ab. Auch die Anzahl der Nächte mit Schlaflosigkeit bleibt mit 1,9% bei zwei Nächten gering (Tab. 13).

Die Teilnehmer der Gruppe 2 reagieren expositionsabhängig (Abb. 1o). 5,6% der Teilnehmer der Gruppe 2 klagen über Schlaflosigkeit in der letzten Nacht des Befragungszeitraums. Die Beschwerderate dieser Gruppe ist also als Reaktion auf den schnellen Aufstieg (2. Tag) und auf weiteres Vordringen in die nächste Höhenstufe (5. Tag) erhöht.

	GRUPPE 1	2	3
1	13,0	2,8	1,9
2	3,9	9,9	7,5
3	7,8	4,2	1,9
4	6,5	0,0	0,0
5	3,9	5,6	0,0

Tabelle 15:
Anzahl der Nächte mit Schlaflosigkeit nach Gruppen in Prozent

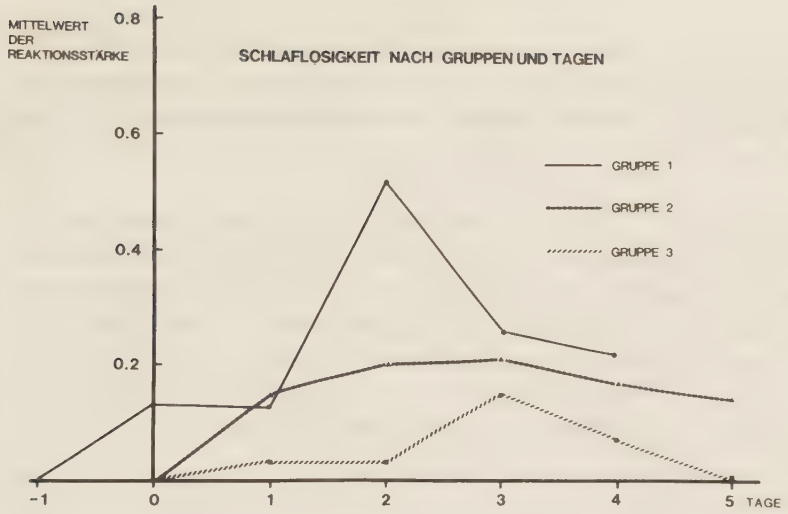

Abbildung 1o: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Schlaflosigkeit nach Gruppen und Nächten.

5.6.4 Zyanose

Tabelle 16 gibt die Auftrittshäufigkeiten von Zyanose wieder.

	%	%/Tag		n
Gruppe 1	6,4o	1,8o	=	1,4o
Gruppe 2	8,5o	2,52	=	2,8o
Gruppe 3	1,9o	o,38	=	o,2o
Gesamt	5,9o	1,56		1,13

Tabelle 16: Inzidenz und durchschnittliche Inzidenz pro Tag von Zyanose.

Die O^2-Mangelsituation in der kritischen Anpassungsphase der ersten Expositionstage spiegelt sich deutlich in den erhöhten Werten der beiden ersten Gruppen wider.
Der Spitzenwert der zweiten Gruppe läßt sich zweifelsfrei als Ergebnis des schnellen Aufstiegs und der dabei aufgetretenen körperlichen Belastung (Aufstieg von mehr als 1ooo Höhenmetern) interpretieren.

Die detaillierte Aufschlüsselung nach Intensität und Tagen zeigt eine hohe Reaktionsstärke nach dem schnellen Aufstieg bei Gruppe 1 mit anschließendem kontinuierlichem Abfall (siehe Abb.11).

Das Ergebnis der 2. Gruppe zeigt ebenfalls einen hohen Wert am 1. Befragungstag. Am 2. und 3. Tag folgt eine Abschwächung als Zeichen einer gewissen Adaptation und der geringen körperlichen Belastung. Gleichsinnig mit dem Aufstieg über 4ooo m steigt auch die Inzidenz wieder deutlich an.

In Gruppe 3 klagt nur 1 Teilnehmer über Zyanose (3. Tag).

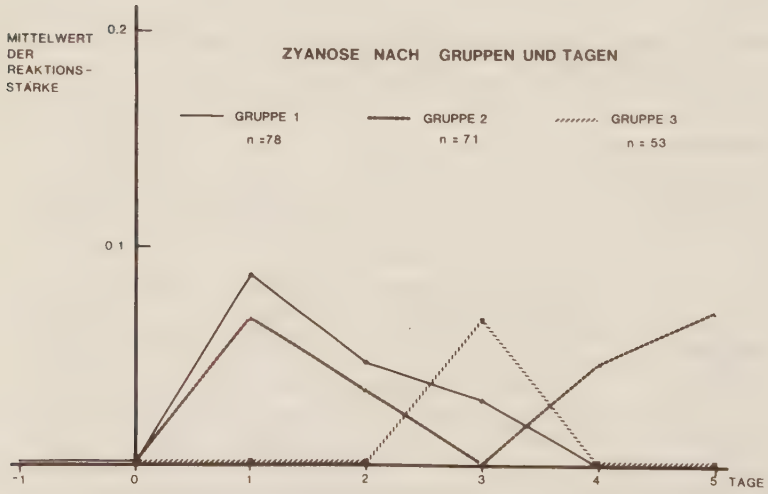

Abbildung 11: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Zyanose nach Gruppen und Tagen.

5.6.5 Nausea

Über Nausea klagten insgesamt 43 Personen. Tabelle 15 zeigt die Auftrittshäufigkeiten in den Gruppen.

	%	%/Tag		n
Gruppe 1	23,1o	8,96	=	7
Gruppe 2	12,7o	5,64	=	
Gruppe 3	26,4o	11,56	=	4
Gesamt	2o,3o	8,72		5

Tabelle 17: Inzidenz und durchschnittliche Inzidenz pro Tag von Nausea.

Auch die Ergebnisse dieser Variable folgen dem Trend der bisher vorgestellten Symptome, trotz des prozentual höchsten Wertes der 3. Gruppe in Tab. 17.

Nach Abb. 12 findet sich ein hoher Wert am 1. Expositionstag in Gruppe 1 mit nachfolgend steilem Abfall und Stabilisierung auf einem niedrigen Niveau am letzten Tag.
In der zweiten Gruppe zeigt sich ein gegenüber der ersten Gruppe abgeschwächter Anstieg am 1. Tag mit anschließendem Abfall und allmählichem Wiederanstieg am 5. Befragungstag.

Die 3. Gruppe reagiert sehr stark auf die physische Belastung und die Höhe (54oo m) der Paßüberquerung am 4. Tag.
Am letzten Tag finden wir erwartungsgemäß einen steilen Abfall der MER-Werte, was als Hinweis auf die gute Akklimatisationssituation der Teilnehmer dieser Gruppe verstanden werden kann. (sieh Abb. 12).

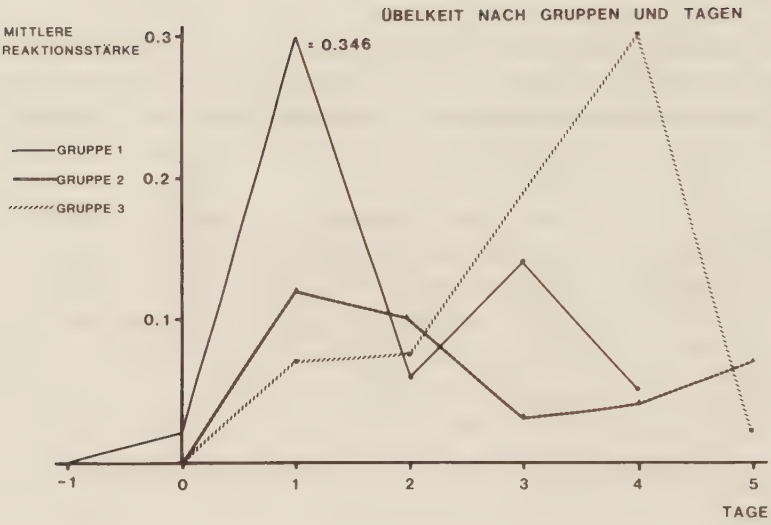

Abbildung 12: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Nausea nach Gruppen und Tagen.

5.6.6 Erbrechen

Emesis bestätigen 21 Teilnehmer. Das bedeutet pro Tag und Gruppe:

	%	%/Tag		n
Gruppe 1	11,5o	2,82	=	2,2o
Gruppe 2	7,1o	4,48	=	1,4o
Gruppe 3	5,7o	1,14	=	o,6o
Gesamt	8,5o	2,81		1,4o

Tabelle 18: Inzidenzen von Erbrechen in Prozent und Personen

Werden die Ergebnisse weiter nach Intensität und Tagen (Abb. 13) aufgegliedert, erhält man im wesentlichen das Äquivalent des Reaktionsbildes Nausea. Lediglich der 3. Tag stellt sich anders dar: In Gruppe 2 und 3 hat kein Teilnehmer Erbrechen; in Gruppe 1 ist jedoch an diesem Tag ein starker Anstieg zu verzeichnen. Zur Verdeutlichung muß dazu angemerkt werden, daß dieser Anstieg numerisch gesehen nur 2 Personen ausmacht.

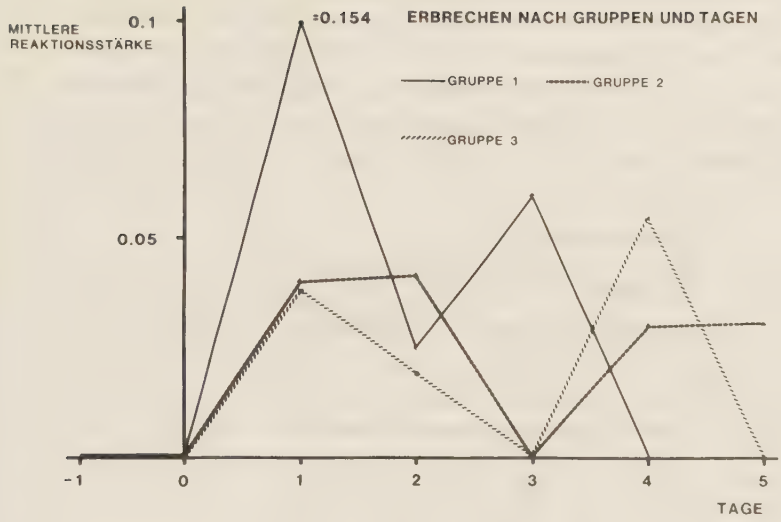

Abbildung 13: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Erbrechen nach Gruppen und Tagen

5.6.7 Brustschmerzen

Achtunddreißig Personen klagten insgesamt über Brustschmerzen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die einzelnen Inzidenzen.

	%	%/Tag	n
Gruppe 1	7,7o	23,4o	= 17,o
Gruppe 2	14,1o	19,6o	= 13,o
Gruppe 3	1,9o	12,3o	= 8,o
Gesamt	8,4o	18,4o	= 12,6o

Tabelle 19: Inzidenzen von Brustschmerzen in Prozent und Personen

Auch dieses Symptom zeigt eine erhöhte Häufigkeit in der 2. Gruppe. Damit bestätigt sich die in dieser Gruppe vermutete Symptomenkombination zusammen mit Dyspnoe und Zyanose.

Weiter aufgeschlüsselt finden sich in der Gruppe 1 nach dem erwarteten Nullwert am 1. Tag eine uneinheitliche Auftrittshäufigkeit von Brustschmerz in weiterer Folge.
Die Teilnehmer der dritten Gruppe reagieren gering, die Mitglieder der zweiten Gruppe zeigen, korrelierend mit der erreichten Höhe, eine vergleichsweise hohe Inzidenz (s. Tab. 18).

TAGE	GRUPPE		
	1 n=78	2 n=71	3 n=53
1	0	7.0	1.9
2	3.8	5.6	0
3	1.3	4.2	0
4	3.8	1.4	0
5	1.3	5.6	1.9

Tabelle 2o: Inzidenz von Brustschmerzen nach Tagen und Gruppen.

5.6.8 Energieverlust

55% der Trekkingteilnehmer litten an einem oder mehreren Tagen an Energieverlust.
Tabelle 21 zeigt die Aufschlüsselung nach Gruppen.

	%	%/Tag		n
Gruppe 1	66,7o	34,15	=	26,o
Gruppe 2	46,5o	31,26	=	22,o
Gruppe 3	5o,9o	19,98	=	1o,o
Gesamt	55,4o	28,46		19,3o

Tabelle 21: Inzidenzen von Energieverlust in Prozent und Personen.

Das an den vorstehenden Variablen erkennbare Muster der Befragungsergebnisse wird bei diesem Symptom weiter bestätigt: Außergewöhnlich hoher Anstieg bei der Gruppe 1 am 2. Tag mit deutlichem Abfall in den nächsten Tagen. Steiler Anstieg in der zweiten Gruppe am 1. Tag, dann für zwei Tage gleichbleibend und mäßiger Abfall am 4. und 5. Tag trotz des weiteren Aufstiegs. Die dritte Gruppe bietet niedrige Werte in den ersten Tagen, erreicht den bekannten Gipfel am 4. Tag und fällt am letzten Tag wieder steil ab.

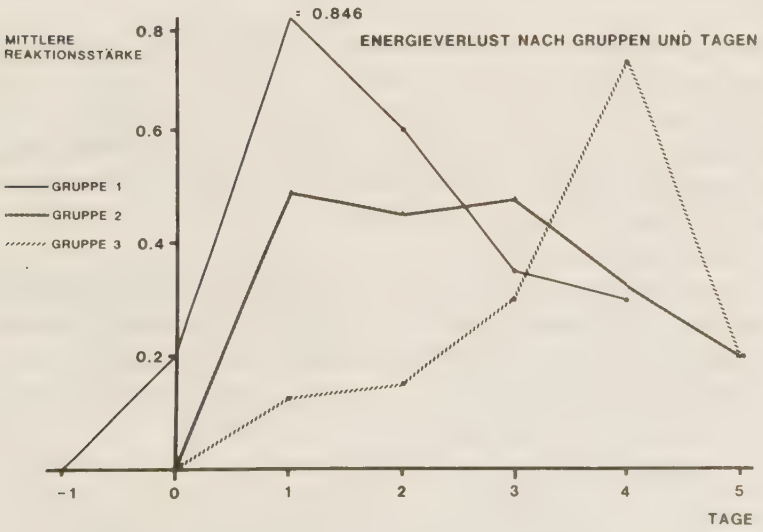

Abbildung 14: Mittlere Einzelreaktionsstärke von Energieverlust nach Gruppen und Tagen.

5.6.9 Periphere Ödeme

Die Inzidenz und Intensität peripherer lokaler Ödeme differierte zwischen den Gruppen - vor allem aber zwischen Frauen und Männern - sehr stark.
In der Gruppe 1 berichteten 5 Teilnehmer über periphere Ödeme, in der Gruppe 2 siebzehn Personen und in der Gruppe 3 sogar 2o Befragte.
Abbildung 15 zeigt eine sehr niedrige Auftrittshäufigkeit in der 1. Gruppe. Bei den anderen Gruppen nimmt die Häufigkeit mit stärkerer körperlicher Belastung zu. Die MER-Kurve der dritten Gruppe erreicht am 4. Tag (Paßübergang) ihren Scheitelpunkt. Der Höhengewinn der zweiten Gruppe am letzten Befragungstag spiegelt sich in der Zunahme peripherer Ödeme wider.

Bei Personen bis 29 Jahre ist - besonders bei schnellem Anstieg - die Inzidenz ebenfalls erhöht (siehe Tabelle 5).

Besonders groß ist der Unterschied in der Manifestation dieses Symptoms zwischen Männern und Frauen.
Tabelle 2o verdeutlicht diese Situation. Die unterschiedliche Auftrittshäufigkeit peripherer Ödeme zwischen Frauen und Männern besteht bei allen drei Gruppen. Besonders ausgeprägt ist diese Differenz in der 3. Gruppe, also den Teilnehmern, die bereits über 1 Woche Anmarschzeit hinter sich hatten.
Die Untersuchung einer Korrelation peripherer Ödeme mit anderen Höhensymptomen zwischen Männern und Frauen ergibt eine wesentlich höhere Wechselbeziehung fast aller Anpassungsreaktionen bei den Männern (Abb. 16).

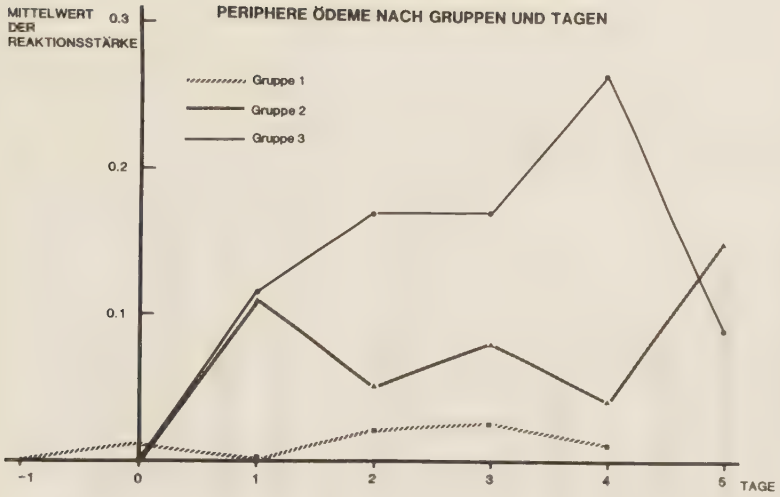

Abbildung 15: Mittlere Einzelreaktionsstärke von "periphere lokale Ödeme" nach Gruppen und Tagen

GRUPPE 1	♂	♀	[%]
1. TAG	0	0	
2. TAG	1,6	7,1	
3. TAG	1,6	7,1	
4. TAG	1,6	0	
	n=64	n=14	

GRUPPE 2	♂	♀	[%]
1. TAG	8,8	7,1	
2. TAG	1,8	14,3	
3. TAG	3,5	21,4	
4. TAG	3,5	7,1	
	n = 57	n = 14	

GRUPPE 3	♂	♀	[%]
1. TAG	0	19,0	
2. TAG	0	23,8	
3. TAG	0	23,8	
4. TAG	6,3	23,8	
	n = 32	n = 21	

Tabelle 22:
Periphere Ödeme:
Vergleich zwischen Männern und Frauen nach Gruppen in Prozent. Um eine direkte Vergleichbarkeit der Gruppen zu ermöglichen, wurden in Gruppe 1 nur die Tage 2-5, in den Gruppen 2 und 3 nur die ersten 4 Tage gewertet.

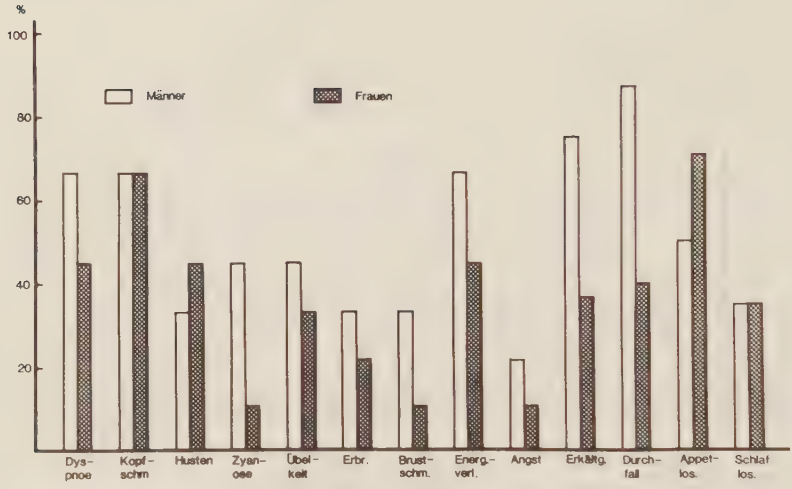

Abbildung 16: Periphere Ödeme: Vergleich von Männern und Frauen in Korrelation zu anderen Symptomen

5.6.1o Appetitlosigkeit

Zu diesem Symptom gingen 118 Antworten ein. Die positiven Antworten ergeben eine Inzidenz von 28.8%.
Tabelle 21 vermittelt einen Überblick über die Gruppen- und Geschlechterverteilung der Anorexie.

	MER	%
Gruppe 1	o,19o	14,3o
Gruppe 2	o,511	4o,9o
Gruppe 3	o,217	24,5o
Gesamt	o,322	28,8o
Frauen	o,538	25,46
Männer	o,238	13,56

Tabelle 23: Appetitlosigkeit: MER und Inzidenz in Prozent nach Gruppen und Geschlechtern.

Die Manifestationsunterschiede von Anorexie über die 5 Befragungstage vermittelt Tabelle 22. In der Gruppe 1 reagieren einige Teilnehmer auf die ersten beiden Höhenexpositionstage verstärkt mit Appetitlosigkeit. Die beiden letzten Tage werden im Hinblick auf dieses Symptom gut vertragen.
Da die zweite Gruppe auch extrem hohe Diarrhoe-Werte aufweist, überrascht die ebenfalls hohe Anorexiequote nicht, wenn man von einem pathophysiologischen Zusammenhang dieser beiden Störungen ausgeht (siehe auch 5.7.4.)

In der dritten Gruppe verläuft die Häufigkeit - wie die meisten Höhensymptome - synchron mit der Expositionshöhe.

	GRUPPE		
TAGE	1 n=21	2 n=44	3 n=53
1	4.8	30.4	5.7
2	14.3	34.1	9.4
3	14.3	31.8	17.0
4	4.8	25.0	15.1
5	4.8	20.5	5.7

Tabelle 24: Appetitlosigkeit:
Häufigkeit nach Gruppen und Tagen in Prozent

5.7 Sekundär höhenbedingte Irritationen und gesundheitliche Störungen

Störungen des psychischen und physischen Wohlbefindens während der Höhenakklimatisation, die nicht(Diarrhoe), indirekt (Angst) oder sekundär (z.B. Erkältung) höhenbedingt sind - aber beeinträchtigend auf die Höhenadaptation wirken können - werden nachfolgend vorgestellt.

5.7.1 Angst

Bei keiner anderen in dieser Untersuchung besprochenen Variable muß mit einer so hohen Dissimilisation gerechnet werden wie bei "Angst".
Trotz dieser Einschränkung bieten unsere Befragungsergebnisse einen guten Überblick über das Auftreten von Angst in den ersten Tagen der Höhenanpassung.
Die aus Tabelle 25 und 26 ersichtlichen Ergebnisse bestätigen die vermutete Koinzidenz zwischen Höhenbeschwerden und Angstzuständen. Diese Übereinstimmung zeigt sich in allen drei Gruppen.
Frauen berichten ebenfalls über mehr Angst als Männer, in Übereinstimmung mit den in 5.3.1 ermittelten Daten.

Anpassungsschwierigkeiten, die nach schnellem Aufstieg (Gruppe 1), oder dem Erreichen eines neuen Höhenintervalls (Gruppe 3, am 4. Tag) auftreten, werden auch von verstärkter Angst begleitet. (Tab. 26). Der erhöhte Wert am 1. Tag in der Gruppe 1 wurde in Chengdu, in 5oo m Meereshöhe ermittelt. Damit scheidet die Höhe als kausale Ursache der vermehrten Angst zumindest an diesem Tag bei dieser Gruppe aus.
Insgesamt läßt sich aus den von uns ermittelten Daten ablesen, daß viele Trekkingteilnehmer in den kritischen Phasen der Höhenanpassung emotional irritiert sind. Wir gehen davon aus, daß Angst die Hauptkategorie dieser psychischen Begleitreaktion ist.

Aus den von uns erhobenen Daten läßt sich jedoch eine Beeinflussung oder Störung der Höhenanpassung nicht dem Symptom Angst zuordnen.

	MER	%
Gruppe 1	o,o89	14,1o
Gruppe 2	o,o35	9,9o
Gruppe 3	o,o14	3,8o
Gesamt	o,o5o	9,9o
Frauen	o,o61	4,8o
Männer	o,o47	4,18

Tabelle 25: Angst: MER und Inzidenz in Prozent bei den Gruppen und Geschlechtern.

TAGE	GRUPPE		
	1 n=78	2 n=71	3 n=53
1	11.5	4.2	0
2	6.4	0	0
3	7.7	2.8	0
4	3.8	4.2	3.8
5	3.8	5.6	0

Tabelle 26:
Angst: Häufigkeit nach Tagen und Gruppen in Prozent

5.7.2 Husten

Tabelle 27 erlaubt die Beurteilung der Reaktionsintensität des Sekundärsymptoms "Husten".

	MER	%
Gruppe 1	o,269	29,5o
Gruppe 2	o,221	21,1o
Gruppe 3	o,372	39,6o
Gesamt	o,279	29,2o

Tabelle 27: Husten: MER und Inzidenz in Prozent nach Gruppen und Geschlechtern.

Die erhöhten Werte in der dritten Gruppe lassen sich durch die einwöchige Aufenthaltsdauer in der trockenen Höhenluft erklären.

Nach Tabelle 28 besteht in der Gruppe 1 ein mit 2o,5% deutlich erhöhter Ausgangswert, der nach der schnellen Höhenexposition nochmals um 5% steigt. Der erhöhte Ausgangswert, aber auch die Steigerung der Häufigkeit nach der Ankunft in Tibet lassen als Kausalfaktoren sekundäre aber auch höhenbedingte Ursachen zu.

Die Werte der zweiten Gruppe steigen kontinuierlich mit der Zeit und der Höhe. Die Teilnehmer in der dritten Gruppe klagen über den häufigsten und stärksten Husten.

Die Daten dieser beiden Gruppen zwingen allerdings zu einer Bevorzugung der nichthöhenbedingten Faktoren als Ursache des Hustens, da die Werte am 5. Tag gegenüber den Ausgangswerten nur geringfügig verändert oder gleich geblieben sind.

TAGE	GRUPPE		
	1 n=78	2 n=71	3 n=53
1	20.5	14.1	22.6
2	25.6	14.1	32.1
3	20.5	18.3	32.1
4	19.2	19.7	28.3
5	19.2	21.1	22.6

Tabelle 28: Husten: Häufigkeit nach Tagen und Gruppen in Prozent.

5.7.3 Erkältung

154 Teilnehmer bestätigen eine Erkältung während der fünf Befragungstage. Tabelle 29 veranschaulicht die Intensität und Häufigkeit von Erkältungen.

	MER	%
Gruppe 1	o,4o5	34,5o
Gruppe 2	o,239	27,1o
Gruppe 3	o,386	35,8o
Gesamt	o,322	31,6o
Frauen	o,3o8	21,32
Männer	o,359	23,54

Tabelle 29: Erkältung: MER und Häufigkeit in Prozent nach Gruppen und Geschlechtern

TAGE	GRUPPE		
	1 n = 30	2 n = 7	3 n = 53
1	16.7	15.5	20.8
2	31.0	17.1	28.3
3	27.6	21.4	32.1
4	20.7	20.0	24.5
5	20.7	21.7	18.9

Tabelle 2c: Erkältung: Häufigkeit nach Tagen und Gruppen in Prozent.

Die Angaben dieses Nebensymptoms zeigen eindeutige Übereinstimmungen mit der Variable "Husten". Bei der Gruppe 1 finden sich erhöhte Ausgangs- sowie Endwerte. Die anderen Gruppen bieten ebenfalls fast identische MER und Prozentwerte. Diese Daten belegen nochmals die sekundäre Ursache des Hustens in dieser Untersuchung.
Im Hinblick auf eine Beurteilung des Symptoms "Erkältung" als Störfaktor der Höhenanpassung soll diese Möglichkeit nach unseren Ergebnissen nicht ausgeschlossen werden. Wir weisen allerdings darauf hin, daß die Validität unserer Daten durch eine Fehlinterpretation des Begriffs "Erkältung" bei einigen Teilnehmern eingeschränkt sein könnte.

5.7.4 Diarrhoe

Die Häufigkeit, Dauer und Intensität von Diarrhoe schwankte sehr stark zwischen den Gruppen.
Wie aus Abbildung 17 zu ersehen ist, war die Inzidenz bei der zweiten Gruppe weitaus am höchsten.
Die Auftrittshäufigkeit blieb in etwa während der gesamten Befragungszeit bei dieser Gruppe gleich. Höhenbedingte Faktoren als Ursache der Diarrhoe sind nicht zu erkennen, eher lassen sich die schlechten hygienischen Verhältnisse in Nepal und die noch nicht abgeschlossene Umstellung der Magenflora durch die sehr kurze Aufenthaltsdauer als Erklärung heranziehen.

Die wesentlich geringere Inzidenz bei der 3. Gruppe, die ja ebenfalls in Nepal unterwegs war, hängt höchstwahrscheinlich damit zusammen, daß die Mägen der Trekker 1o Tage Zeit zur Gewöhnung an die fremde Kost hatten, bevor die Fragebögen ausgefüllt wurden.

Die Mitglieder der Gruppe 1, die in Tibet befragt wurden, fanden gute hygienische Bedingungen vor. Damit blieb die Erkrankungsrate in diesem Kollektiv gering.

Zur Klärung der Frage, in welchem Maße Diarrhoe die Höhenakklimatisation beeinflußt, stellen wir fest, daß alle höhenrelevanten Anpassungsreaktionen außer Dyspnoe und Energieverlust bei den Trekkern mit Diarrhoe zum Teil wesentlich erhöht sind (siehe Abb. 18).

	%
Gruppe 1	14,8o
Gruppe 2	65,2o
Gruppe 3	18,9o
Gesamt	34,9o

Tabelle 31: Diarrhoe: Häufigkeit in den Gruppen in Prozent

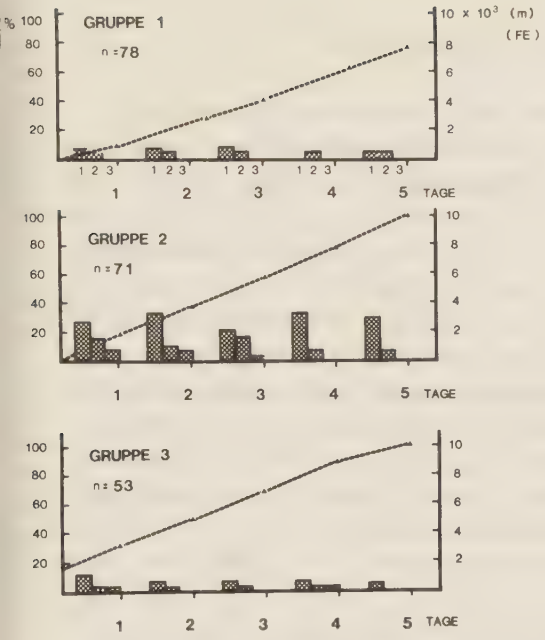

Abbildung 17: Diarrhoe:
Inzidenz nach Gruppen, Tagen und Intensität (1 = leicht, 2 = mittel, 3 = stark) in Prozent.
Zusätzlich ist die Höhenintegralsumme aufgetragen

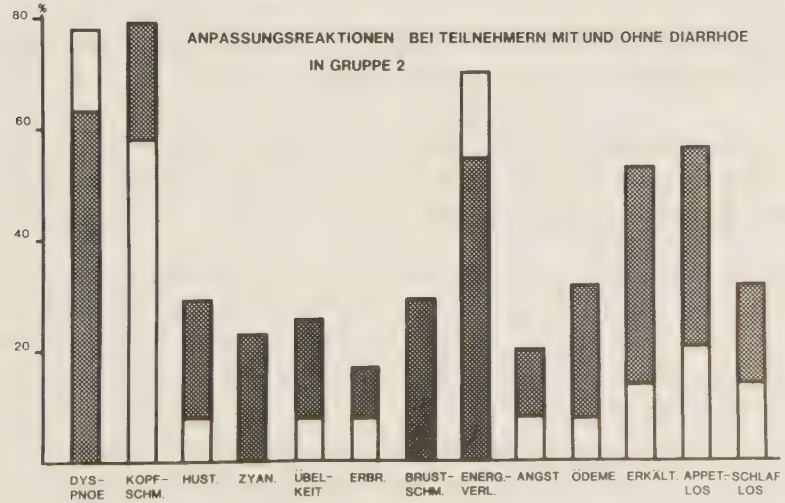

Abbildung 18: Primäre und sekundäre Anpassungsreaktionen in der Gruppe 2. Vergleich zwischen Teilnehmern mit (schwarz gemustert) und ohne Diarrhoe in Prozent (n = 71)

5.8 Fälle von Höhenlungen- und Hirnödem

Das Auftreten von Höhenlungen- oder Hirnödem wurde zum Teil als schriftlicher Vermerk auf den Fragebögen oder als mündliche Information der Bergführer und Ärzte weitergegeben.

Nach diesen Angaben konnten wir insgesamt vier an Höhenlungenödem erkrankte Personen feststellen.
Ein männlicher Trekker in der zweiten Gruppe hatte Zeichen eines beginnenden Höhenhirnödems (Apathie, Ataxie, Vertigo und Bewußtseinseintrübung). Durch rasches Verbringen in niedrige Höhen und O^2-Gabe verschwanden die Symptome aber innerhalb von wenigen Stunden wieder.
Bei je 2 Teilnehmern in Gruppe 1 und 2 traten die Höhenlungenödeme auf. (siehe dazu auch die Einleitung)
Davon waren 3 Männer und 1 Frau betroffen.

Die Teilnehmer der dritten Gruppe blieben von derartigen Höhenkomplikationen verschont.

Über andere höhenbedingte Komplikationen wie Thrombembolien und Erfrierungen wurde nicht berichtet.

Um Netzhautblutungen feststellen zu können, muß der Augenhintergrund untersucht werden. Diese Maßnahme entzieht sich einer Fragebogenfelderhebung.

6. Diskussion

6.1 Allgemeines

Es existieren bisher nur wenige Untersuchungen über Anpassungsprobleme beim Trekkingbergsteigen (31,33,119).
Allerdings gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen über die "Akute Höhenkrankheit" (=HADI), HACE und HAPE und ähnliche, diesem Bereich zuzuordnende Themen (39,44,55,62,71).
Zur Diskussion und Interpretation der Ergebnisse dieser Felduntersuchung sollte daher beachtet werden, daß kaum "echte" Vergleichsdaten zur Verfügung standen.
Auch für unsere Tibetreisegruppe gibt es bisher noch kein direktes Vergleichsmaterial. Einige Autoren aus den Anden haben über ähnliche Fälle berichtet, allerdings waren die Auswahl und die Untersuchungsbedingungen sehr verschieden (45,46,71,74).
Es wurde trotzdem versucht, auch nur annähernd vergleichbare Arbeiten heranzuziehen, um die Ergebnisse dieser Erhebung transparenter und beurteilbarer zu gestalten.
Diese Untersuchung sollte man als orientierende Vorarbeit, als Suche nach den Problembereichen der Höhenakklimatisation speziell beim Trekking betrachten. Weitere Fragebogenuntersuchungen mit größeren Befragtenkollektiven, kontrolliert und ergänzt durch mobile Labors, sollten dieser Feldstudie folgen.

6.2 Probleme und Grenzen der Felduntersuchung mittels Fragebogen

Wie bereits im Methodeteil kurz erwähnt, muß eine Fragebogenfelduntersuchung hinsichtlich der Validität und Reliabilität anders als eine mit Meßinstrumenten durchgeführte Laboruntersuchung beurteilt werden. Die Fehlerquellen sind umfangreich:
So können subjektive Stimmungen und Einstellungen den Beurteilungsmaßstab eigener Mißempfindungen erheblich stören. Weiter können Gespräche innerhalb der Gruppe die Objektivität beim Ausfüllen der Bögen beeinträchtigen. Wurde der Fragebogen nicht zum gleichen Zeitpunkt ausgefüllt, vermögen die üblichen Tagesschwankungen im Befinden auch zu ungenauen Antworten führen.

Interpretationsfehler beim Auswerten können durchaus auftreten und zu Verschiebungen Anlaß geben.
In dieser Erhebung wurden mehrere Gruppen mit zum Teil gleichen Ausgangs- und Testbedingungen befragt.
Bei vergleichbaren Bedingungen und Fragen sollten übereinstimmende oder zumindest ähnliche Ergebnisse zu erwarten sein und somit eine indirekte Kontrolle des Antwortverhaltens und der Ergebnisse insgesamt ermöglichen.
Das ist tatsächlich der Fall. Die Daten sind - mit wenigen Ausreißern - in sich stimmig. Als Beispiel sollen die Parameter "Dyspnoe", "Kopfschmerzen" und "Übelkeit" dienen. Übereinstimmend zeigen die Gruppen mit schnellem Aufstieg hohe Inzidenzen, die Gruppe 3 dagegen bietet bei allen Variablen - außer "periphere Ödeme" - niedrige Werte.
Insgesamt können daher die hier vorgelegten Ergebnisse und Daten, trotz möglicher Ungenauigkeiten während der Befragung als weitestgehend gesichert und zutreffend angesehen werden.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

6.3.1 Die Aufstiegsgeschwindigkeit

Das Tempo des Aufstiegs in Höhen über 3ooo m spielt für die Höhenakklimatisation eine bedeutende Rolle.
Eine Reihe von Untersuchern bewerten eine hohe Aufstiegsgeschwindigkeit als Hauptfaktor für das vermehrte Auftreten von HADI, Höhenlungenödem (HAPE)und Höhenhirnödem (HACE). (27,31,34,4o,55,63,117)
So verglichen Hackett et al im Solu-Khumbu-Gebiet in Nepal zwei Gruppen von Trekkingtouristen hinsichtlich der Häufigkeit von Höhenbeschwerden. Eine Gruppe war mit dem Flugzeug nach Lukla (28oo m) geflogen und hatte innerhalb von 3-4 Tagen den Befragungsort auf 43oo m Höhe erreicht.

Die zweite Gruppe hatte bis zum Befragungspunkt einen 1o-tägigen Fußmarsch über mehrere Pässe hinter sich.
Die Unterschiede in Alter und Geschlecht waren gering - der Verlauf des Trekkings in den Gruppen war identisch.
HACKETT findet bei den eingeflogenen Touristen eine eindeutige Steigerung der Höhenbeschwerden (85% zu 47% bzw. 6o% zu 42%). Damit ähneln diese Ergebnisse unseren Daten, die ein starkes Gefälle im Auftreten von HADI zwischen den Gruppen mit schnellem Höhengewinn (Gruppe 1 und 2) und der Gruppe mit langsamem Aufstieg zeigen.
HOUSTON beschreibt in seiner Studie am Mt. Rainier 1972 und 1973 ebenfalls erhöhte Inzidenzen für Höhenbeschwerden bei schnellem Aufstieg.
Bestätigt werden diese Angaben von SINGH et al, die ihre Untersuchungen an indischen Soldaten während des chinesisch-indischen Krieges im Himalaya durchführten.

Danach fanden sich bei Soldaten, die unakklimatisiert in Höhen um die 4ooo m geflogen wurden, im Vergleich zu im Lastwagen transportierten Kollegen erhöhte Auftrittshäufigkeiten für HADI, HAPE, HACE und HARH.

Neben dem schnellen Aufstieg wird zusätzlich körperliche Aktivität als weiterer Störfaktor der Höhenakklimatisation diskutiert (4o,59,61,73).
Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit kann nicht eindeutig entschieden werden, ob die körperliche Arbeit, die beim Aufstieg zu Fuß geleistet wird, mit dazu beigetragen hat, die Höhenanpassung zu erschweren.
So weist die Gruppe 1, deren Teilnehmer in nur geringem Maße körperlich aktiv waren, im Vergleich zur 2. Gruppe etwa gleich hohe MGR-Werte auf.
Die in der zweiten Gruppe besonders häufig auftretenden Einzelreaktionen wie Dyspnoe, Zyanose und Brustschmerz, könnten nicht der körperlichen Belastung des Aufstiegs allein zugeordnet werden. Die durch die Diarrhoe ausgelöste Dehydratation muß als kausaler Pathomechanismus ebenfalls diskutiert werden.
Körperliche Aktivität als Ursache vermehrter Höhenbeschwerden scheint uns die 3. Gruppe klarer zu zeigen: Obwohl durch die erhöhte Hyperventilation während des Aufstiegs am 4. Tag mit einer gewissen Austrocknung zu rechnen ist, die durchaus Art und Intensität von Höhensymptomen zu beeinflussen vermag, sehen wir doch die Zunahme der Beschwerden in erster Linie durch die physische Arbeit des Aufstiegs hervorgerufen.

Auch die Höhe von 54oo m, die an diesem Tag erreicht wird, hat als Ursache nur sekundäre Bedeutung. Die Teilnehmer dieser Gruppe erreichen zwar eine neue "anpassungspflichtige" Höhenstufe (siehe dazu 4.2.2), verweilen aber darin nur 6-8 Stunden. Diese Zeit ist zu kurz, um monokausal als Verursacher wirksam zu werden (4,9,13,34,4o,63,9o,111,117).

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die tatsächlich aufgetretenen Höhenbeschwerden in der Gruppe 2 wahrscheinlich höher angesetzt werden müssen, als in unseren Befragungsergebnissen ausgewiesen sind.
Empirische und eigene Erfahrungen lehren, daß gipfelorientierte Trekkingteilnehmer Beeinträchtigungen ihrer Gesundheit häufig Dritten gegenüber herunterspielen. Wir gehen daher davon aus, daß dies auch auf das Antwortverhalten der meisten Teilnehmer dieser Gruppe zutrifft (33,4o,63).

6.3. 2 Personenbezogene Daten

6.3.2. 1 Geschlecht

Frauen waren in unserem Befragungskollektiv mit 30 % unterrepräsentiert. Das deckt sich mit den Zahlen anderer Autoren (31, 34, 63, 94).
Nach unseren Ergebnissen leiden Frauen in allen drei Gruppen signifikant (p 0.001) mehr an akuten Höhenbeschwerden als Männer, unabhängig von der Dauer und anderen Störfaktoren während des Aufstiegs. Auch die Intensität (siehe MGR-Rate) und die Anzahl der Tage mit Höhenbeschwerden sind erhöht.

Das Anpassungssymptom "periphere lokale Ödeme" tritt besonders häufig und intensiv bei Frauen auf.
Pathophysiologische Erklärungsmodelle dazu finden sich in Kapitel 6.3.5

HACKETT et al (33) finden in ihrer Solu-Khumbu-Studie eine in etwa ausgeglichene Inzidenz für Höhenbeschwerden (53 % Männer, 51 % Frauen) bei beiden Geschlechtern.
Andere Autoren kommen zu unterschiedlichen Aussagen über Höhensymptominzidenzen zwischen Männern und Frauen.

In der Literatur finden sich bisher keine plausiblen Erklärungen zu einer eventuellen besseren Akklimatiosationsfähigkeit der Männer. Daher können die unterschiedlichen Ergebnisse durchaus durch differierende Befragungstechniken (siehe 4.3.2) erklärt werden.

Zur Interpretation unserer Ergebnisse muß daher auch an eine objektivere - und damit höhere Symptomenwerte erzielende - Einschätzung des eigenen Befindens bei den Frauen, bzw. an Beschönigungstendenzen in der Beurteilung des Befindens bei den Männern gedacht werden.
Die Frage, ob Frauen in der ersten Phaseder Höhenakklimatisation größere Anpassung als Männer haben, kann damit in dieser Studie nicht sicher beantwortet werden.

6.3.2.2 Alter

Die Auswertung ergibt eine Abnahme der Inzidenz an Höhenbeschwerden mit steigendem Alter der Teilnehmer (siehe 5.3.2).
In der Literatur finden sich bisher nur sehr wenig Angaben zu diesem Phänomen.
So berichtet HACKETT (33) et al in seiner bereits zitierten Studie ebenfalls von geringeren Höhenbeschwerden bei höherem Alter der Teilnehmer.
Zur Klärung der Frage, warum ältere Menschen - in unserer Untersuchung waren die vier 7o-Jährigen fast beschwerdefrei - längere Aufenthalte in Höhen über 3ooo m so gut überstehen, muß folgendes bedacht werden:

1. Teilnehmer über 6o Jahre, die sich für mehrwöchige Himalaya-Trekkingtouren melden, besitzen wohl eine über die Norm hinausgehende Gesundheit und Fitneß. Man kann daher von einer gewissen Positivselektion dieser Altersgruppe ausgehen.

2. "Vernünftiges" Akklimatisationsverhalten der Senioren. Die meisten älteren Teilnehmer wissen recht gut, was sie ihrem Körper zumuten dürfen, d.h., sie gehen sehr langsam und unterlassen andere, anpassungsstörende Aktivitäten.

Die Ergebnisse der Teilnehmer bis 3o Jahre zeigen bei schnellem Höhengewinn hohe Beschwerdeinzidenzen im Vergleich mit den anderer Altersgruppen.
Bei der 3. Gruppe findet sich in dieser Altersgruppe ein - verglichen mit den anderen - günstigeres Anpassungsverhalten.

HULTGREN (45) vermutet in seiner Oroyastudie, daß die körperliche Aktivität der Jugendlichen wohl mit entscheidend für die höhere Erkrankungsrate an HAPE ist.
Unsere Ergebnisse erlauben die Annahme einer ähnlichen Situation für HADI.

KLEIN berichtet in diesem Zusammenhang über einen in einer Unterdruckkammer durchgeführten Versuch mit Piloten, bei dem eine künstliche Höhe von 7500 m simuliert wurde.
Im Altersbereich zwischen 30 und 40 Jahren lag bei diesem Versuch die beste Hypoxieverträglichkeit.
Wie eigene Erfahrungen bestätigen, nehmen jüngere Teilnehmer noch gern mal einen "kleinen Gipfel mit", somit dürfte sich der insgesamt höhere Aktivitätsgrad junger Trekking-Teilnehmer ungünstig auf die Akklimatisation auswirken.

Die Altersgruppe der 30- bis 39-Jährigen weist nach unserer Erhebung ebenfalls niedrige Inzidenzen auf.

Vermutlich lassen es die Vertreter dieser Altersgruppe in den ersten Anpassungstagen - ähnlich wie die älteren Teilnehmer - ruhiger angehen, verfügen aber andererseits über eine"belastungsfähige" Konstitution.
Zusammenfassend sei festgestellt, daß die Kombination jugendliches Alter und schneller Höhengewinn vermehrte Höhenanpassungsprobleme mit sich bringt.

6.3.2.3 Körpergröße

Bisher gibt es nach der uns vorliegenden Literatur keine Daten über Körpergröße und Höhenakklimatisation beim Trekking.
Unsere Untersuchung kam zu einer negativen Korrelation zwischen Körpergröße und den nicht höhenbedingten Anpassungsreaktionen.
Das bedeutet eine hohe Übereinstimmung zwischen kleinen Leuten und Angst, Diarrhoe, Husten und Erkältung.
Es wurde darauf verzichtet, kleine Männer und Frauen gesondert auszuwerten, da bei den wichtigen primären Anpassungsreaktionen keine Korrelation auftrat.
Diese Übereinstimmung kann als Zufallsergebnis gesehen werden.
Nach unseren Daten können wir keinen direkten Zusammenhang zwischen Körpergröße und verstärkten Anpassungsschwierigkeiten erkennen.

6.3.2.4 Körpergewicht

Wenn bisher in der Literatur über Probleme der Höhenanpassung in Zusammenhang mit dem Körpergewicht die Rede war, so stand der übergewichtige Trekker im Vordergrund (78,94,119).
Einig sind sich die Autoren darin, daß adipöse Höhentouristen mit vermehrten Anpassungsschwierigkeiten zu rechnen haben.
Neu ist nun, daß leichtgewichtige Trekkingbergsteiger nach unseren Daten ebenfalls unter vermehrten Höhenbeschwerden leiden.
Zur Interpretation unserer Ergebnisse muß nochmals erwähnt werden, daß die von den Teilnehmern gemachten Angaben nicht mit einer Waage überprüft werden konnten. Die Aussagekraft unserer Daten muß daher relativiert werden.

Man kann wohl im allgemeinen davon ausgehen, daß Personen, deren Körpergewicht unter dem Idealgewicht liegt, einen erhöhten Grundumsatz haben, auf dessen Ätiologie hier nicht näher eingegangen werden soll.
Das könnte sich als Störgröße der Höhenakklimation wie folgt auswirken:

1. Hyperaktivität, die gerade in den ersten Tagen der Anpassung schlecht vertragen wird (siehe dazu auch 6.2.2.2).

2. Geringes Durchhaltevermögen. Besonders bei längeren Trekkingstrecken mit Höhenanstiegen treten bei diesem Personenkreis schnell Hypoglykämien auf, denen oft nicht schnell und ausreichend genug entgegengewirkt wird.
   Die dann eintretende hypoglykämische Erschöpfung kann sich durchaus als Störfaktor der Höhenanpassung auswirken.

Die relativ hohe Zahl der Teilnehmer, die 2 kg und weniger als ihr Idealgewicht angaben, könnte sich mit der oben beschriebenen Hyperaktivität dieser Personen begründen lassen, die natürlich überzufällig häufig bei solchen Aktivurlauben wie Trekkingtouren teilnehmen.

6.3.3 Gebrauch von Medikamenten

Die Literaturstellen über Arneimittelgebrauch bei der Höhenanpassung beschäftigen sich in erster Linie mit medikamentösen Akklimatisationshilfen (siehe 6.3.8).
Bei der Zusammenstellung der Fragen über Medikamenteneinnahme in unserem Fragebogen berücksichtigen wir dabei nur die gebräuchlichsten Arzneimittel, die erfahrungsgemäß von Trekkingteilnehmern zur Linderung diverser Beschwerden gern genommen werden. Auf den Fragebögen waren daher Analgetika, Hypnotika und Anti-Grippepräparate angegeben, deren Einnahme von den Teilnehmern beantwortet werden sollte.
Als gemeinsames Merkmal dieser Arzneimittel fand sich Acetylsalicylsäure, die in fast allen Präparaten als Mono- oder Mischsubstanz enthalten war.

SINGH et al (104) überprüften die Wirksamkeit von Aspirin bei akuten Höhenbeschwerden an indischen Soldaten. Die tägliche Dosis von 0,6 g Aspirin vermochte lediglich Kopfschmerzen zu lindern, während keine Wirkung auf Übelkeit, Erbrechen, Dyspnoe und Anorexie zu verzeichnen war.

Unsere Ergebnisse, nach denen die Teilnehmer, die vorgenannte Präparate eingenommen hatten, auch mehr Höhenbeschwerden hatten, lassen sich ebenfalls kontrovers diskutieren:
Es muß davon ausgegangen werden, daß Störungen des Wohlbefindens der Tabletteneinnahme vorausgegangen waren. Es läßt sich daher kein monokausaler Zusammenhang zwischen dem Gebrauch obengenannter Arzneimittel und vermehrten Höhenbeschwerden nachweisen. Es wäre allerdings eine stärkere Ausprägung von Höhensymptomen vorstellbar, die nicht mit den Beschwerden zusammenhängen, gegen die das Medikament eingenommen wurde.
Wir stellen fest, daß unsere Ergebnisse keinen Schluß über die Beeinträchtigung der Höhenakklimatisation durch Medikamente, deren Hauptkomponente aus Acetylsalicylsäure bestand, zuläßt.

6.3.4 Hypertonie

Eine Reihe von Autoren berichten über einen geringen Anstieg (1o-15 mmHg) des diastolischen Blutdrucks bei fast unveränderten systolischen Werten in den ersten Wochen der Höhenakklimatisation (7,46,52,61,66).
Bei längeren Höhenaufenthalten normalisiert sich der Blutdruck wieder, er kann sogar unter den Ausgangswert zurückfallen (61,66).
INAMA und HUMPELER empfehlen in diesem Sinn therapeutische Höhenaufenthalte im Bereich von 15oo-3ooom für Hypertoniker.

Daten über Hypertoniker durch Fragebogenerhebungen sind problematisch. Wir präsentieren daher unsere Ergebnisse, wonach Hypertoniker unter vermehrten Höhenbeschwerden leiden, mit großer Zurückhaltung. Die mittlere Gesamtreaktion, wie die meisten Einzelsymptome, sind bei den Erkrankten gegenüber den Nichthypertonikern erhöht.

Wir können demnach - mit aller Vorsicht - eine Beeinträchtigung der Anpassungsfähigkeit in den ersten Tagen der Höhenexposition bei Hypertonikern feststellen.

Sinnvoll wären weitergehende Untersuchungen über Störungen der Höhenanpassung bei Personen mit mehreren Grunderkrankungen.
Wir können auf nur zwei Fälle aus diesem Personenkreis verweisen. Diese beiden Teilnehmer bestätigten zusätzlich zur Hypertonie noch jeweils Rheuma und Diabetes (siehe übrige Grunderkrankungen). Wir fanden bei diesen Personen keine erschwerte Höhenanpassung.

Übrige Grunderkrankungen

Wir wollen Rheuma im weitesten Sinn als chronische Entzündung definieren, die in einem schubfreien Intervall nicht das ausgeprägte Krankheitsgefühl wie etwa eine akute Infektion mit sich bringt, aber insgesamt doch eine gesundheitliche Beeinträchtigung darstellt.
Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen ($x^2=7,26 < 1,83$; $p=0,02$ eine signifikant höhere Inzidenz für Höhenbeschwerden bei Rheumakranken. Damit bestätigt sich die durch die Grunderkrankung vermutete Prädisposition dieses Personenkreises für erschwerte Höhenadaptation. Es wurde darauf verzichtet, die Rheumakranken mit und ohne Einnahme von Antirheumatika in Bezug zu der Intensität ihrer Höhenbeschwerden zu vergleichen, da 2 Personen keine aussagekräftige Größe darstellen.

Eine Person war an Diabetes erkrankt. Von einer "Erkrankung" im engeren Sinn kann nur dann gesprochen werden, wenn der Insulinspiegel inadäquat eingestellt oder Zucker im Blut feststellbar ist. Exakte Aussagen über die Frage, ob Diabetes als Störgröße bei Höhenanpassung einzuordnen ist, muß einer mobilen Laboruntersuchung vorbehalten bleiben.
Unser einziger befragter Teilnehmer, der eine Diabeteserkrankung bejahte, zusätzlich außerdem noch mit Hypertonie belastet war, berichtete über keine vermehrten Anpassungssymptome (siehe Tab. 9).

Rauchen

Die pathophysiologischen Auswirkungen des Rauchens auf die Lungen- und Herz-Kreislauffunktion sind bekannt (99).

Demnach wäre eine zumindest partielle O_2-Mangelsituation im koronaren Kapillarbett bei Höhenexposition von langjährigen starken Rauchern zu erwarten. Dadurch wären unter anderem auch vermehrte Beschwerden während der Höhenakklimatisation vorstellbar.
Überraschen müssen daher unsere Ergebnisse, die keine erhöhten Inzidenzen für Höhenbeschwerden bei Rauchern ergeben.

Hierzu sei gesagt, daß uns keine genauen Angaben über das Rauchverhalten selbst, also die Menge und Art der inhalierten Schadstoffe vorlagen. Organschädigungen, die in unserem Fall als Störfaktoren auf die Akklimatisation wirken könnten, treten nur nach jahrelangem intensivem Nikotinabusus auf.

Verläßliche Aussagen über Rauchen und Höhenanpassung müssen daher einer gezielten, laborunterstützten Untersuchung vorbehalten bleiben.

6.3.6 Primär höhenbedingte Anpassungsreaktionen

Dyspnoe

Kurzatmigkeit in Ruhe wird neben Energieverlust und Kopfschmerzen am häufigsten als Höhenanpassungssymptom genannt (27,33,37,63). Da die physiologische Adaptation während der Akklimatisation die Lunge neben dem Herzen als erstes Organ betrifft, darf dem Symptom Dyspnoe eine große Bedeutung als Anpassungsindikator eingeräumt werden (7,84,89).
Da die Grenzen zwischen schon pathologischer Ruhedyspnoe und noch physiologischer Belastungsdyspnoe beim Trekking sehr fließend sind, bleibt es allerdings schwierig, Dyspnoe als Höhenbeschwerde per Fragebogen eindeutig zu definieren (33).

LOBENHOFFER (63) nennt in seiner Untersuchung über das Höhenlungenödem Dyspnoe mit 71 % als häufigstes Symptom von an akuten Lungenödem erkrankten Bergsteigern.
Als fast klassische Gradmesser der Höhenanpassung tendieren auch die Dyspnoeinzidenzen der Teilnehmer in allen Gruppen am 4. und 5. Tag unserer Erhebung nach unten, als Ausdruck einer abgeschlossenen Primärphase der Akklimatisation.
Wenn man die beiden oben getroffenen Aussagen in Beziehung zueinander setzt, wird deutlich, daß man Ruhekurzatmigkeit, die über mehr als eine Woche in derselben Expositionshöhe besteht, als ernstzunehmendes Warnsymptom eines sich entwickelnden Höhenlungenödems zu deuten hat (10,33,43).

Kopfschmerzen

Kopfschmerzen nehmen in der Reihe der HADI-Symptome einen ähnlich wichtigen Rang ein wie Dyspnoe (2,4,27,33,111).

HACKETT (33) allerdings bezeichnet Kopfschmerzen zunächst als unspezifisches Symptom und erklärt diese Störung erst als höhenspezifisch, wenn die Schmerzen nach Einnahme von mindestens 0,6 g Acetysalicylsäure nicht nachlassen.
Wir werteten Kopfschmerzen in den ersten Tagen nach Höhenexposition in Übereinstimmung mit den meisten Autoren und eigenen Erfahrungen bei zahlreichen Trekkings als spezifisches Anpassungssymptom. Unsere Ergebnisse bestätigen diese Einschätzung insofern, als 70 % aller Teilnehmer mindestens einmal an 5 Befragungstagen über Kopfschmerzen klagten.

Weiterhin kann man aus den Ergebnissen einen Zeithöhenfaktor ablesen, der die Häufigkeit und die Intensität der Beschwerden entscheidend mitbestimmt.
Die Häufigkeit und Stärke der Beschwerden verringert sich ab dem 3. Tag in der Höhe, steigt allerdings sofort wieder an, sobald eine neue Höhenstufe überschritten wird.
Zur Pathophysiologie existieren mehrere Theorien:
Während einige Autoren Kopfschmerzen mit einem cerebralem Ödem in Verbindung bringen (39,111), setzt sich bei den meisten anderen die Erkenntnis durch, daß die hypoxiebedingte Alkalose eine Gehirngefäßdilatation hervorruft, die zu Kopfschmerzen führt (10,11,61,64).
In diesem Zusammenhang sei auf die Ansicht vieler Autoren verwiesen, HADI, HAPE und HACE sind verschiedene Ausprägungen der gleichen Grundstörung (42,105,107).
SUTTON und LASSEN (106) erklären diese Gemeinsamkeit mit vorübergehender (Kälte und körperliche Bewegung) systemischer und (oder) pulmonaler Hypertension, Vasodilatation und vermehrter Durchblutung auf der Grundlage der Hypoxie.

Schlaflosigkeit

Schlafstörungen bei Höhenaufenthalten sind in der Literatur häufig beschrieben worden (6,7,28,88,11,4).
Dafür kommen äußere Unbequemlichkeiten in Betracht wie Kälte oder eine harte Schlafunterlage, aber ebenso können sie Ausdruck einer unzureichenden Höhenanpassung sein. Gut bekannt und eingehend wissenschaftlich dargestellt ist der hypoxiebedingte Cheyne-Stokes'sche Atmungstyp (5,7,115).
Die als Hypoxieantwort des Körpers bestehende Alkalose bedingt eine Abschwächung der Erregbarkeit des Atemzentrums. Gleichzeitig besteht eine Reizung der Chemorezeptoren des Carotissinus und Aortenbogens durch Hypoxämie und führt so zur periodischen Atmung (7,11,61,1o4). Plötzliches Erwachen mit Lufthunger und anschließender Schlaflosigkeit sind dem Höhenbergsteiger gut bekannt.
Die Ergebnisse unserer Erhebung scheinen den höhenbedingten Charakter dieser Störung zu belegen.
Die Gesamtinzidenz betrug 57% - HACKETT verzeichnet 7o% -, doch finden sich deutliche Unterschiede in den 3 Gruppen.

Die Tibetreisegruppe weist trotz ihrer relativ guten Übernachtungsbedingungen hohe Inzidenzen auf. Diese vermehrte Schlaflosigkeit besteht schon am 1. Tag - also im Flachland.
Die anderen Gruppen berichten über höhenexpositionsabhängiges Auftreten von Schlaflosigkeit.
SUTTON et al (1o6) und andere Autoren diskutieren den positiven Einfluß von Acetazolamid (=Diamox^{R}), das als Carboanhydrasehemmer wirkt und so die höhenbedingte Alkalose lindert, und damit der Schlaflosigkeit entgegenwirken soll (25, 34, 1o4, 1o5).
Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß Acetazolamid die Perfusion in unterbelüfteten Arealen der Lunge erhöhen kann und somit den Zustand bei Personen mit präklinischem Lungenödem verschlechtert (1o6).

Zyanose

Definitionsgemäß tritt periphere Zyanose bei einer unter 8o% erniedrigten Sauerstoffsättigung des Blutes und erniedrigtem systemischen Blutdruck auf. Diese Situation ist in der Höhe je nach persönlicher Disposition und Anpassungsgrad öfter gegeben.
Zyanose während der ersten Anpassungstage sollte daher ebenfalls als Warnsymptom gesehen werden und zu einer entsprechenden präventiven Reaktion des Betroffenen führen.

Unsere Daten bei Zyanose zeigen im Vergleich zu anderen Variablen eine mit 5,9% relativ niedrige Inzidenz.
Gruppe 1 scheint mit diesem Symptom klassisch auf den schnellen Höhengewinn zu reagieren, da die Werte nach dem steilen initalen Anstieg am 1. Tag in der Höhe fast bei Null am letzten Tag liegen. Die dritte Gruppe wartet mit nur 1,9% Häufigkeit auf und beweist auch mit dem niedrigen Wert dieses Symptoms ihre gute Anpassung zum Zeitpunkt der Befragung. Obwohl die zweite Gruppe hohe Quoten anderer Störfaktoren (Diarrhoe) aufweist, wollen wir die hohe Zyanoseinzidenz in erster Linie der Kombination des schnellen Aufstiegs mit der körperlichen Belastung am 1. Befragungstag in Verbindung bringen.

Nausea

Übelkeit während der Akklimatisation kann Folge einer Reihe von Störungen und Erkrankungen sein. Bei entsprechender Exposition und gleichzeitigem Bestehen von Dyspnoe, Kopfschmerzen und Schlaflosigkeit muß dies als HADI-Symptom angesehen werden.
HACKETT et al bewerten eine Kombination von Nausea, Erbrechen, Kopfschmerzen und Fieber mit Diarrhoe als Gastroenteritis (33). Die alkalotische Stoffwechsellage und die O_2-Mangelsituation des Gehirns besonders bei körperlicher Anstrengung während noch ungenügender Anpassung darf als auslösende Ursache dieses Symptoms angesehen werden (35,61,111).

Unsere Ergebnisse zeigen steile Anstiege der Inzidenzen bei Gruppe 1 und 2 am 1. Expositionstag und steilen Abfall am 2. und den folgenden Tagen.
Die Teilnehmer der dritten Gruppe reagieren mit hohen Werten auf den Paßübergang. Am letzten Tag verzeichnet diese Gruppe den niedrigsten Erkrankungsgrad aller Gruppen.
Hier zeigt sich deutlich, daß schnelles Vordringen in die Höhe und Überschreiten einer Höhenstufe vermehrte Höhenbeschwerden in Form von Nausea nach sich zieht.

Erbrechen

Dieses Symptom darf als deutlicheres Zeichen einer mangelnden Höhenanpassung verstanden werden. Physiologisch ist die Alkalose dafür verantwortlich zu machen (4o,1o5).
Erbrechen kann auch andere Ursachen haben. Deshalb wurde bei Teilnehmern mit gleichzeitig bestehender Diarrhoe eine Gastroenteritis nicht ausgeschlossen. Dieser Personenkreis wurde bei der Auswertung der höhenbedingten Erkrankungsfaktoren nicht berücksichtigt (31,33).
Die Ergebnisse zeigen eine Korrelation mit dem Symptom "Nausea" einerseits und eine Übereinstimmung der Inzidenz mit schneller Höhenexposition andererseits.
Erbrechen während der Primärphase der Höhenakklimatisation sollte für den Betroffenen Anlaß zu körperlicher Schonung geben. Bis zum Verschwinden der Störung sollte auch kein weiterer Aufstieg durchgeführt werden (96,97).

Brustschmerzen

Brustschmerzen während der Höhenakklimatisation können sowohl Ausdruck eines allgemeinen Krankheitsgefühls als auch Zeichen einer Lungenaffektion sein (27,61,63,72).
Verschiedene Autoren berichten über retrosternale Schmerzen bei Personen während des Vorstadiums oder bei Ausbruch eines Höhenlungenödems (4,2o,31).

Unsere Ergebnisse zeigen hohe Inzidenzen in Gruppe 2, der Gruppe, die mit schnellem Aufstieg, starker körperlicher Belastung und erhöhter Inzidenz an Diarrhoe belastet war.
Die Inzidenz von "Erkältung" ist in der 2. Gruppe niedrig, was bedeutet, daß die Brustschmerzen weniger als Nebenprodukt respiratorischer Infektionen, sondern akklimatisationsbedingt gedeutet werden müssen.
Man kann davon ausgehen, daß die erhöhten Werte an Brustschmerzen in Gruppe 2 wohl als Reaktion der Lunge im Sinne einer Hyperpnoe, bedingt durch die körperliche Belastung und den schnellen Aufstieg, zu erklären sind.

Energieverlust

Knapp 3o% der Teilnehmer klagten im Durchschnitt pro Tag über Energieverlust. Insgesamt wurden 55% der Befragten einmal davon betroffen.
HACKETT et al berichten in ihrer Studie von einer Häufigkeit von nur 13%.
Beachtenswert ist, daß in der Gruppe 1, in der die geringste körperliche Aktivität gefordert war, die höchste Beschwerdehäufigkeit auftrat.
Unterstützend wirken die Werte in Abbildung 14, in der schneller Höhengewinn (Gruppen 1, 2 und Gruppe 3 am Thorong-La) gleichsinnig die Beschwerden deutlich steigen läßt.
Damit können wir die Aussagen anderer Autoren nicht unterstützen, die körperliche Belastung und Aktivität als entscheidend zum Auftreten von Energieverlust während der Höhenakklimatisation diskutieren (4,76).
Vermutlich gibt der zu schnelle Höhenaufstieg dem Organismus zu wenig Zeit, adäquat reagieren zu können und erhöht so die Inzidenz dieses Symptoms als Ausdruck einer nachhinkenden Akklimatisation.

Periphere lokale Ödeme

Periphere Ödeme sind oft bei "Akuter Höhenkrankheit" beschrieben worden (1o,23,29,38,89.9o,111).
Als Ursachen sind folgende Pathomechanismen denkbar:

1. Exzessive Wasserretention. Die Koinzidenz von Höhenbeschwerden (HADI) und unzureichender Diurese ist bekannt (13,2o,33, 78,117,119).
   HACKETT et al und SINGH et al fanden in ihren Studien eine signifikante Erhöhung von ADH im Plasma von Bergsteigern mit peripheren Ödemen und Höhenlungenödem. Allerdings war der ADH-Spiegel bei Probanden ohne Ödeme ähnlich hoch, so daß ein pathogenetischer Zusammenhang nicht unbedingt besteht (35).
   Der Organismus versucht in Krisensituationen sich um jeden Preis durch Katabolismus mit großen Mengen von Energie zu versorgen. Dabei kommt es zu einer Abnahme von Proteinen, zu einer Salz- und Wasserretention, aber auch zu Störungen der Blutgerinnung.
   Die Höhenakklimatisation darf als eine solche Situation angesehen werden.

2. WILLIAMS und WARD beschreiben in einer Studie, in der Probanden 4 Tage hintereinander große körperliche Leistungen vollbringen mußten, das Auftreten peripherer Ödeme und einer Wasserretention während der Übungen. In einer weiteren ähnlichen Studie derselben Autoren bestätigen sich diese Ergebnisse. Es wurde eine Korrelation zwischen körperlicher Arbeit und "Akuter Höhenkrankheit" (=HADI) postuliert.
   HOWELL und COVE berichten vom Auftreten peripherer Ödeme gleichzeitig mit einem markanten Ansteigen des Plasmavolumens bei Trekking-Teilnehmern (31).
   SINGH schließt, trotz bedeutender Flüssigkeitsverschiebungen, eine direkte Ursache dieses Mechanismus am Entstehen von Höhenkomplikationen aus (1o7).
   Unsere Ergebnisse können die Aussagen von Williams und Ward unterstützen:

Die Tibetreisegruppe (Gruppe 1) die körperlich kaum gefordert war, berichtet über die geringste Rate an peripheren lokalen Ödemen. Die anderen Gruppen - körperlicher Belastung ausgesetzt - zeigen wesentlich höhere Inzidenzen.
Die Bereitschaft jüngerer Personen, an HAPE zu erkranken, besonders bei schnellem Aufstieg, ist immer wieder beschrieben worden (4o,45,46,63).
Wenn man die von SUTTON und anderen Autoren diskutierten gemeinsamen Pathomechanismen bei der Entstehung von HADI, HAPE und HACE als gegeben annimmt, gewinnt unser Ergebnis, das eine erhöhte Inzidenz für periphere Ödeme bei Personen bis 3o Jahre zeigt, an Bedeutung.
Frauen berichten nach unseren Ergebnissen über eine wesentlich höhere Inzidenz für periphere Ödeme als Männer, die von HACKETT et al (33) bestätigt wird.
Es existieren in der Literatur Erklärungsversuche für dieses Phänomen:
So wird angenommen, daß Östrogene vaskulär-zelluläre Flüssigkeitsverschiebungen auslösen oder aber die Vasopressinproduktion stimulieren (4o,111).
Die hohe Auftrittshäufigkeit von peripheren Ödemen bei Frauen in der 3. Gruppe, in der die übrigen erfragten Variablen übereinstimmend - gegenüber den anderen Gruppen - auch bei Frauen erniedrigt sind, scheint diesen pathogenetischen Mechanismus zu bestätigen.
So wäre ein allgemeiner akklimatisationsbedingter kataboler Zustand mit Salz- und Wasserretention, verstärkt durch Appetitlosigkeit aus sekundären Ursachen und hormonellen Mechanismen für die hohe Inzidenz von peripheren Ödemen bei Frauen ätiologisch denkbar.
Letzlich bleiben diese Deutungen unbefriedigend, so bedarf es weiterer Untersuchungen, um diese Frage zu klären.

Die Auswertung ergibt weiterhin eine höhere Korrelation der peripheren Ödeme mit anderen Höhensymptomen bei Männern.

Unter Einbeziehung der Ergebnisse, daß Männer weniger Höhenbeschwerden und weniger periphere Ödeme angeben, könnte man annehmen, daß der Wasserhaushalt bei Männern wegen ungenügender Akklimatisation gestört ist. Nur am Tag des Paßübergangs in Gruppe 3 und am 1. Tag verstärkt in Gruppe 2, traten bei Männern periphere Ödeme auf. Diese Daten scheinen demnach zu bestätigen, daß dieses Symptom als verläßlicher Indikator mangelnder Akklimatisation - zumindest bei Männern - gesehen werden darf. Die mit diesem Symptom erhöhten anderen Variablen können als zusätzliche Bestätigung gelten.

Appetitlosigkeit

Bereits Whymper hatte bei seiner Erstbesteigung des Chimborazo (Ekuador) unter Appetitmangel zu leiden (114).
Anorexie als möglicher Ausdruck der katabolen Stoffwechselsituation bildet eine feste, zur Beurteilung des HADI wichtige Größe (2o,23,29,39,117).
Andere Ursachen wie Infektionen des Gastrointestinaltrakts und psychosomatischer oder psychophysischer Genese kommen ebenfalls in Betracht (99,1o7,111,117).
Die Inzidenz von 28,8% unseres Befragungskollektivs, die damit höher liegt als andere "primäre" Höhensymptome, erhärten die Theorie multifaktorieller Entstehungsursachen. Es überrascht daher auch nicht, daß vor allem in Gruppe 2 korrelierende Diarrhoe- und Anorexiewerte zu finden sind.
In Gruppe 1 und 3 ist kein höhenunabhängiger Störfaktor erkennbar, somit sind die jeweils ermittelten Werte in diesen Gruppen als anpassungsbedingte Beschwerden interpretierbar. In Gruppe 2 muß die hohe Inzidenz von Durchfall als wichtiger Faktor der hohen Appetitlosigkeitsquote gesehen werden.

Frauen leiden über doppelt so stark an Anorexie wie Männer. Ungenügende Nahrungsaufnahme bei körperlichem Streß (Höhenanpassung) verstärkt den in dieser Situation auftretenden Katabolismus, der wiederum zu Salz- und Wasserretention führt (4,13,28,47).

Periphere lokale Ödeme, bei Frauen in der Höhe besonders häufig sind durch diesen Mechanismus erklärbar.
Somit wäre hypothetisch ein Zusammenhang zwischen Appetitlosigkeit und peripheren Ödemen - zumindest bei Frauen - geschaffen (siehe auch periphere Ödeme).

6.3.7 Sekundär höhenbedingte Irritationen und gesundheitliche Störungen

Angst

Verschiedene Autoren diskutieren psychologische Aspekte im Zusammenhang mit der Höhenakklimatisation (31,40,55,93,95). Während einige Verfasser den eher furchtlosen, aggressiven Typ als Opfer erschwerter Höhenanpassung sehen, vermutet SINGH, daß Personen mit nervösem Temperament und psychischer Instabilität größere Schwierigkeiten in der Höhe haben. HEATH and WILLIAMS schließen die Möglichkeit aus, eine psychologische Prädisposition für erschwerte Höhenadaptation zu bestimmen.
OLIVE und WATERHOUSE (79) finden in ihrer Studie ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsstrukturen und der Ausprägung von HADI-Symptomen.
Die Autoren, deren Probanden Höhenbeschwerden selbst einschätzen mußten, betonen die geringere Reliabilität ihrer Daten, indem sie auf eine subjektive unbewußte Über- oder Unterbewertung des eigenen Befindens durch persönlichkeitsimmanente Strukturen der befragten Personen verweisen.

Die Bewertung eines so individuell schwierig zu erfassenden Symptoms wie "Angst" in dieser Untersuchung, ist ebenso problematisch.
Wir finden eine gewisse Korrelation von "Angst" mit anderen Variablen in allen Gruppen, doch ist dieses Selbsteinschätzungsergebnis aus oben beschriebenen Gründen manipulierbar und verfälschbar.

Wir glauben dennoch - nicht zuletzt aus vielfältiger eigener Beobachtung, daß psychische Faktoren die Höhenakklimatisation des Menschen beeinflussen können. So wäre denkbar, daß leichte, übliche physische Höhenbeschwerden Angst auslösen. Angst könnte dann im Sinne eines Circulus vitiosus die körperlichen Symptome weiter verstärken. Dieser Aspekt der Höhenanpassung sollte durch eine großangelegte Untersuchung intensiver bearbeitet werden.

Husten

Husten während der Akklimatisation kann sowohl Ausdruck einer Entzündung oder Reizung des oberen Respirationstrakts durch die trockene Luft als auch Hinweis auf eine Lungenfunktionsstörung sein (43,45,55,63,117). Einige Autoren betonen ein häufiges Auftreten von HADI-Symptomen vor der Manifestation eines Höhenlungenödems (63,1o7).
LOBENHOFFER findet in 67% der Fälle Husten bei 13o HAPE-Patienten. 3o% unserer Befragten klagen über Husten. Das deutet schon an, wie häufig dieses Symptom auftritt und wie unspezifisch es als Zeichen ungenügender Akklimatisation ist.
Erhärtet wird diese Annahme durch die Daten aus Tabelle 27 und 28. Bei Gruppe 1 tritt im Flachland Husten in annähernd gleichem Ausmaß auf wie ab 35oo m Höhe.
Die Teilnehmer der Gruppe 3, die bei den primär höhenbedingten Anpassungsreaktionen die niedrigsten Werte hatten, klagten über mehr Husten als die anderen Befragten.

Dennoch sollte man die Kombination von Husten, Dyspnoe, Energieverlust und allgemeinem Krankheitsgefühl, besonders nach schnellem Höhenaufstieg, als Warnzeichen eines sich evtl. bereits ausbildenden HAPE deuten und entsprechend handeln (1o,61,63,117).

Erkältung

Eine Erkältung während der Höhenakklimatisation tritt - bedingt durch den bereits erwähnten Katabolismus und die dadurch verschlechterte Abwehrlage während der Anpassung häufig auf (4,31,4o,47,53).
Weiter verstärkt werden kann die Bereitschaft zu einer Erkältung durch äußere Einflüsse wie Kälte, Nässe und mangelhafte Hygiene.
Die Auswertung unserer Ergebnisse zeigt ein Ansteigen der Inzidenz analog zur Höhenexposition in den ersten beiden Gruppen (siehe Tab. 29,3o und 31).
Die Gruppe 1 beginnt mit einer erhöhten Rate am ersten Tag bereits im Flachland. Der steile Anstieg am 1. Tag in Lhasa läßt sich als Einfluß der Höhe deuten, oder besser umgekehrt; eine Erkältung kann sich nach unseren Daten nach schneller Höhenexposition als Störfaktor der Akklimatisation auswirken.
Eine ausgeprägte Erkältung vermag zusätzlich bestehende Höhensymptome zu verschleiern.
Deshalb wird sich der gut beratene Trekker in einem solchen Fall besonders schonen. Bei einer länger als 3 Tage bestehenden Erkältung sollte daher auf weiteren Aufstieg verzichtet werden.

Diarrhoe

Durchfälle sind eine bekannte Begleiterscheinung für Reisende in Länder der dritten Welt und haben zunächst nichts mit der Höhenakklimatisation zu tun.

In der Höhe allerdings können sie eine bereits bestehende Dehydratation verstärken. Die Flüssigkeitsverluste, in erster Linie durch Hyperventilation hervorgerufen, betragen pro 24 Std. in 4ooo m Höhe etwa 3 Liter (4,4o,111,117).
ZINK et al finden bei Langzeittrekkings eine leichte bis mäßige Dehydratation der meisten Teilnehmer, trotz ausreichendem Flüssigkeitsangebot (119).
In dieser Situation kann der zusätzliche Wasserverlust durch Diarrhoe zu einer dramatischen Verschlechterung der Wasser- und Elektrolytbilanz im Organismus führen.

Die Folgen sind Hämokonzentration, die im Sinne einer Newton'schen Flüssigkeit zu einer Strömungsverlangsamung mit Rouleauxbildung führt. Thrombenbildung und Mikrozirkulationsstörungen sind weitere Folgen dieser Entwicklung (10,63,67,68). Erfrierungen, Netzhautblutungen, Höhenlungen- und Hirnödeme werden so begünstigt (1,2,13,21,23,30,34,78,97,111).

In der bereits zitierten Studie von HACKETT et al wurden daher sämtliche Trekker, die an Diarrhoe litten, in der Untersuchung nicht berücksichtigt.
Wir haben bewußt auf diese Maßnahmen verzichtet, um den Einfluß von Diarrhoe als Störfaktor der Höhenadaptation demonstrieren zu können. Aus unseren Daten läßt sich eine eindeutige Erhöhung der Intensität und Inzidenz der meisten von uns erfragten Symtome bei Trekkern mit Diarrhoe gegenüber denen ohne Durchfall nachweisen.
An Diarrhoe leidene Trekkingtouristen sind daher für vermehrte Höhenbeschwerden (HADI) prädisponiert.

6.3.7 Fälle von Höhenlungen- und Hirnödem

4 Personen erlitten ernsthafte höhenbedingte gesundheitliche Störungen, durchwegs Höhenlungenödeme. Sämtliche Betroffene waren Mitglieder der 1. und 2. Gruppe, waren also schnell in die Höhe aufgestiegen. Bei der 3. Gruppe hatte keiner der Teilnehmer unter ernsthaften Höhenkomplikationen zu leiden.
Mehrere Untersucher fanden in ihren Studien über Aufstiegsgeschwindigkeit und HAPE eine erhöhte Inzidenz für das Höhenlungenödem bei schnellem (=Flugzeug) Aufstieg (33,63,107,110).
Unsere Ergebnisse können diesen vermuteten pathogenetischen Zusammenhang zwischen HAPE und schnellem Höhenanstieg bekräftigen.

6.3.8 Diskussion der medikamentösen Maßnahmen zur Abschwächung von Höhenbeschwerden

Läßt sich die Höhenakklimatisation durch Medikamente beschleunigen, oder können Höhenkomplikationen sogar völlig vermieden werden?
Dieser Fragenkomplex wird bei Trekkingteilnehmern häufig diskutiert, daher sollen die wichtigsten, derzeit erhältlichen Medikamente oder praktizierten Methoden zu diesem Thema kurz besprochen werden.

6.3.8.1 Azetazolamid (=Diamox^R)

Als einziger, bisher mit Einschränkungen als wirkungsvoll erwiesener Wirkstoff gilt der Carboanhydrasehemmer Acetazolamid. Dieses Medikament erzeugt eine leichte Diurese und eine relative metabolische Acidose, die der höhenbedingten respiratorischen Alkalose entgegenwirkt.
Einige Untersuchungen, deren statistische Aussagekraft zum Teil allerdings angezweifelt wird, berichten über die Wirksamkeit von Acetazolamid zur Dämpfung von Höhenbeschwerden (24,28,31).
SUTTON et al zeigten neuerdings, daß unter anderem Diamox^R die apnoischen Phasen beim Schlaf in großer Höhe vermindert und so die Schlafhypoxämie abschwächt.
HACKETT fand die Wirksamkeit von Acetazolamid nur bei Probanden nach schnellem Höhenaufstieg bestätigt (31).
Die medikamentöse Unterstützung der Höhenadaptation speziell zur Verhinderung der Cheyne-Stokes'schen Atmung mit Acetazolamid kann daher unter gegebenen Umständen sinnvoll sein, wobei die Nebenwirkungen (Dehydratation, Hypokaliämie) beachtet werden müssen.

6.3.8.2 Spironolacton

Spironolacton führt, als kompetitiver Aldosteronantagonist, zu einer osmotischen Diurese mit Natriurese.
Mehrere Studien, bei denen Spironolacton gegeben wurde, um die vermutete renale Wasser- und Elektrolytretention auszugleichen, führten zu keinem eindeutig positiven Ergebnis (12,18).

6.3.8.3 Diuretika

Die Verwendung von Diuretika (hauptsächlich Furosemid) zur Abschwächung von HADI-Symptomen ist umstritten.
Indische Autoren betonen einen gewissen präventiven Effekt, der durch die Aufhebung der Antidiurese nach schnellem Höhenaufstieg erreicht werden sollte (1o4).
Dem wird entgegengehalten, daß hochpotente Diuretika die häufig dehydrierten Trekkingtouristen und Bergsteiger weiter austrocknen und damit die Anpassungsprobleme der Betroffenen weiter verschärfen würde (9,1o,27,33,73,117).

6.3.8.3 Hämodilution

Bei längeren Höhenaufenthalten besteht ein hohes Dehydratationsrisiko (4,11,23,31,39,42,117).
Bei längeren Trekkingtouren und Expeditionen wurden z.B. Hämatokritwerte bis 6o% gemessen (78,119).
Mikrozirkulationsstörungen mit erhöhter Erfrierungsgefahr und allgemeiner Leistungsabfall können die Folge sein.
Um diese gefährlich hohen Hämatokrit- und Hämoglobinwerte zu senken, kann eine Hämodilution sehr sinnvoll sein (117,12o).

Bei Trekkingtouren dürfte jedoch im allgemeinen mit der täglichen Selbstkontrolle der Urinmenge (mindestens 1-1,5 l täglich) und dem danach ausgerichteten Trinkverhalten die Hämokonzentration in Grenzen gehalten werden können. Somit sollte die Möglichkeit einer Hämodilution bei hohen Hämatokrit- und Hämoglobinwerten in erster Linie bei Expeditionen in Betracht gezogen werden (78,96,97).

6.4 Vergleichende Betrachtung der drei Gruppen

Der abschließende Teil der Diskussion ist einer vergleichenden Gegenüberstellung der drei Befragungskolletive gewidmet.

Die Basisgröße des Vergleichs unserer Gruppe bildeten die unterschiedlichen Aufstiegsbedingungen. Neben der körperlichen Aktivität, die durch den Aufstieg zu Fuß bei Gruppe 2 und 3 geleistet werden mußte, stand in erster Linie die Aufstiegsdauer und -geschwindigkeit im Vordergrund.

Im einzelnen lassen sich unsere Ergebnisse so zusammenfassen:

Die Teilnehmer (Gruppe 3), die nach über einer Woche Fußwanderung die Befragungshöhe von 3ooo m erreichten, berichteten über die geringsten nach Intensität und Dauer zusammengefaßten Höhenbeschwerden aller Befragten. Mit Ausnahme von "periphere lokale Ödeme", "Kopfschmerzen", "Nausea", "Energieverlust" und "Appetitlosigkeit" hatte diese Gruppe auch bei den Einzelsymptomen die niedrigsten Werte zu verzeichnen. Nach Überwinden des 54oo m hohen "Thorong-La" am 4. Tag sanken die Inzidenzen aller Höhensymptome dieser Gruppe auf einen Minimalindex ab.

Die Teilnehmer der zweiten Gruppe waren nach Lukla (28oo m) geflogen und von dort innerhalb von 24 Stunden auf 36oo m Höhe aufgestiegen. Die Trekker dieser Gruppe waren also einem schnellen Anstieg unterworfen, körperlicher Belastung ausgesetzt und litten zusätzlich stark an Diarrhoe. Die hier wirksam gewordenen Störfaktoren resultieren in einer entsprechend hohen Reaktionsquote.

Die Teilnehmer der Tibetreisegruppe, deren körperliche Kondition im Vergleich zu den Trekkern niedrig eingeschätzt werden muß, gelangten in nur etwa 3 Stunden mit dem Flugzeug vom Flachland auf 36oo m Meereshöhe. Obwohl die körperliche Aktivität gering blieb, wurde in dieser Gruppe über die stärksten Höhenbeschwerden berichtet.

Die Bedeutung des langsamen Anstiegs als präventive Maßnahme zur Vermeidung von ernsten Höhenbeschwerden (HADI) wird durch den Vergleich der Tagesintegralsumme als Ausdruck des Höhen-Zeit-Index weiter verdeutlicht (siehe 5.1).

Die Verteilung der Intensität der primären und sekundären Höhensymptome über vier Tage ergibt ein kontroverses Bild zwischen den Gruppen:
Die erste Gruppe bietet eine fast linear vom 1. zum 4. Tag abnehmende Häufigkeit der Höhenbeschwerden, wobei die primären Anpassungsreaktionen eindeutig dominieren. Wir interpretieren diese Situation als "klassischen" Akklimatisationsverlauf, der frei von zusätzlichen Störfaktoren ungehindert stattfand.

Die Bedeutung der sekundären Höhenbeschwerden als Störgrößen der Anpassung belegen die fast gleich hohen Werte über alle Tage in Gruppe 2. Auch die Gesamtintensität der Symptome nimmt am 4. Tag nur gering ab, was den relativ schlechten Akklimatisationsgrad dieser Gruppe dokumentiert.

Der Vorteil des langsamen Aufstiegs zeigt sich in der geringen Ausprägung von HADI mit einer leichten Dominanz der sekundären Höhenbeschwerden an den ersten beiden Befragungstagen der dritten Gruppe. Am dritten und besonders deutlich am vierten Tag kehrt sich das Bild um. Die Belastung für den Organismus durch den Aufstieg zum Paß spiegeln sich in maximal erhöhten Gesamtwerten und dem klaren Überwiegen der primären Anpassungsreaktion wider.

Körperliche Aktivität während der Höhenanpassung wirkt als Störfaktor. Die Teilnehmer der dritten Gruppe erfahren eine dramatische Zunahme aller Höhensymptome am Tag des Paßübergangs, an dem im Auf- und Abstieg 2600 Höhenmeter bewältigt werden mußten. Die Höhe selbst dürfte als Ursache der vermehrten Beschwerden keine Rolle spielen, da in diesem Fall der "time-lag", also die zeitliche Verzögerung von 24 Stunden zwischen Exposition und physiologischer Wirkung zum Tragen kommt (40,111).

Auch die Teilnehmer der zweiten Gruppe müssen am 1. Tag etwa 1ooo Höhenmeter ansteigen. Diese geleistete körperliche Arbeit hat zweifellos zusammen mit der Ausgangshöhe von 28oo m und der hohen Rate an Diarrhoe zu dem intensiven Beschwerdebild in dieser Gruppe beigetragen.

Diarrhoe betrachten wir als dritte wesentliche höhenanpassungsstörende Komponente:
In der 2. Gruppe fällt neben der hohen Morbidität an Diarrhoe eine zum Teil beträchtliche Erhöhung der Inzidenz von Dyspnoe, Zyanose, Brustschmerzen und Appetitlosigkeit auf. Abgesehen von der Tatsache, daß bei Personen, die an Diarrhoe leiden, fast alle übrigen Variablen ebenfalls erhöht sind, deutet dieses spezielle Symptomenmuster auf eine ungünstige Kombination zwischen Diarrhoe und körperlicher Anstrengung als Störfaktor der Akklimatisation hin.

Die periphere Zyanose, die Brustschmerzen (kardiale Mangeldurchblutung?) und die Appetitlosigkeit sind eindeutig als Folgen der Dehydrierung der Trekker zu erkennen.
Die erhöhte Rate an Dyspnoe haben vermutlich der Aufstieg zu Fuß und der dadurch verstärkte (Verlust von Wasser durch Hyperventilation) in- und extrazelluläre Wassermangel zu verantworten. Auffällig in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, daß Teilnehmer mit Diarrhoe in der 2. Gruppe weniger Dyspnoe aufwiesen (1o,9o,99).

Fassen wir diese Beobachtungen zusammen, stellen wir fest, daß ein Aufstieg in nur wenigen Stunden (Flugzeit 2-3 Stunden) häufiger und mehr Höhensymptome hervorruft und deren Auftreten intensiver - selbst bei körperlicher Schonung - erlebt wird.

Ein nur unwesentlich längerer Aufstiegszeitraum von 24-3o Stunden wirkt sich bereits günstig auf die Akklimatisation aus.
Allerdings können Störfaktoren wie körperliche Arbeit oder Diarrhoe diesen positiven Effekt wieder zunichte machen (13,28,33,117).

Wir bestätigen die bereits bekannte Tatsache, daß ein langsamer Aufstieg weniger und milder verlaufende Höhensymptome hervorruft. Wir gehen daher davon aus, daß insgesamt in dieser Situation ein so günstiger Akklimatisationszustand erreicht ist, daß auch Höhenkomplikationen wie Höhenlungen und -hirnödem seltener zu erwarten sind.

6.5 Allgemeine Empfehlungen für Höhenreisende

Wir versuchen abschließend, die Ergebnisse dieser Untersuchung in 12 Punkten als praktisches Excerpt aufzubereiten.
Wir hoffen, zukünftige Trekkingbergsteiger und andere Höhenreisende können Nutzen aus den nachfolgenden Empfehlungen ziehen.

Die Absätze von 1-8 beziehen sich auf die ersten Tage der Akklimatisation.
Allgemeine gesundheitliche Voraussetzungen zur Teilnahme an Trekkingtouren und Höhenreisen werden unter 9-12 genannt.

Die hier aufgeführten Empfehlungen betreffen nur einige wichtige Punkte exemplarisch:

1. Diese Untersuchung hat gezeigt, daß sich ein Aufstieg (mit dem Flugzeug) innerhalb von wenigen Stunden in Höhen über 3ooo m sehr nachteilig auf die Akklimatisation auswirkt. Deshalb empfehlen wir, Touren auszuwählen, die mindestens 1 Woche Fußmarsch zwischen dem Trekkingbeginn und dem permanenten Überschreiten der 3ooo m-Grenze vorsehen.
2. Unsere Ergebnisse belegen vermehrte Anpassungsschwierigkeiten bei Teilnehmern mit Durchfall. Hygienische Vorsicht beim Essen und Trinken sollten daher in der ersten Aufenthaltswoche im Reiseland geboten sein. Das bedeutet, nur ausreichend gekochte Speisen zu essen und kein Leitungswasser zu trinken oder damit Zähne zu putzen.
3. Viel trinken! Die Flüssigkeitsverluste in der Höhe - besonders bei Diarrhoe - sind hoch. Als einfache Prüfmethode dient die tägliche Urinausscheidung: Die Menge sollte mindestens 1 l pro Tag betragen.
4. Anpassungssymptome wie Kopfschmerzen, Kurzatmigkeit und Energieverlust sind in den ersten 3 Tagen der Höhenanpassung physiologisch und sind daher nicht als Krankheit zu bezeichnen. Halten diese Beschwerden aber länger an und verschwinden trotz Pausierens nicht, sollte dies als Warnsignal aufgefaßt und für ein paar Tage in Höhen unter 3ooo m eine Besserung abgewartet werden.

5. Medikamente gegen Höhenbeschwerden können Warnsymptome der Höhenkrankheit verschleiern! Deshalb sollten Arzneimittel nur bei dringenden Fällen und nach Rücksprache mit einem Arzt eingenommen werden.

6. Geschwollene Augenlider, Arme und Beine (periphere lokale Ödeme) können während der Höhenanpassung auftreten. Erscheint dieses Symptom zusammen mit anderen Beschwerden, z.B. Übelkeit und Kopfschmerzen, so sollte das als ungenügende Akklimatisation verstanden und nicht weiter aufgestiegen werden.

7. Die Ergebnisse dieser Untersuchung belegen, daß zuviel körperliche Aktivität in den ersten 4-5 Tagen der Höhenanpassung fatale Folgen haben kann.
Alle Teilnehmer nach schnellem Aufstieg und Trekker bis 3o Jahre sollten sich in der 1. Woche in Höhen über 3ooo m körperlich besonders schonen.

8. Eine Erkältung während der Höhenanpassung kann Höhensymptome, die eine ungenügende Akklimatisation anzeigen, überdecken. Deshalb sollte eine Erkältung nicht leichtsinnig übergangen werden.

9. Bei bestehenden Grunderkrankungen wie Hypertonie, Rheuma oder chronischen Lungenerkrankungen sollte eine Teilnahme an einer Trekkingtour vom ärztlichen Einverständnis abhängig gemacht werden.

1o. Zu hohes, aber auch zu niedriges Körpergewicht kann zu vermehrten Höhenanpassungsschwierigkeiten führen.

11. Eine ausreichende körperliche Vorbereitung auf die Trekkingtour sollte obligatorisch sein.
Die ideale Vorbereitung bleibt nach wie vor Bergsteigen und forciertes Bergwandern.

12. Es gibt keine vorbeugenden Medikamente gegen Höhenbeschwerden. Die einzig sinnvolle "Therapie" gegen gesundheitliche Störungen während der Akklimatisation stellt das eigene vernünftige Verhalten in dieser Situation dar.

7. Zusammenfassung

Von 2o2, nicht höhenadaptierten Trekkingteilnehmern und Mitgliedern einer Tibetreisegruppe wurde mit Hilfe von Fragebögen Daten über das Akklimatisationsverhalten während der ersten fünf Tage nach Exposition in Höhen über 3ooo m in Nepal und Tibet erhoben.

Die Teilnehmer wurden von uns in Aufstiegsbezugsgruppen unterteilt: Gruppe 1 gelangte innerhalb von 3 Stunden vom Flachland per Flugzeug nach Tibet (Lhasa, 36oo m); Gruppe 2 erreichte innerhalb von etwa 24-3o Stunden mit dem Flugzeug und zu Fuß die Befragungshöhe (Namche-Bazaar, 36oo m); die Teilnehmer der dritten Gruppe wanderten im Zeitraum von 7 Tagen zur Befragungshöhe.

Die Mitglieder der ersten Gruppe begannen ihre Eintragungen auf den Fragebögen - als Vergleichswert - noch im Flachland. Die Teilnehmer der anderen Gruppen wurden ab Erreichen der 3ooo m Marke befragt.

Das wesentliche Kriterium dieser Untersuchung bestand in einem Vergleich der 3 Befragungskollektive (Gruppen) hinsichtlich ihrer unterschiedlichen zeitlichen Aufstiegsbedingungen.
Außerdem wurden Daten über persönliche Merkmale wie Geschlecht, Alter, Gewicht, Grunderkrankungen, Einnahme von Arzneimitteln und Rauchen erhoben und ebenfalls einem Vergleich nach Gruppenzugehörigkeit unterzogen.
Schließlich wurden die Teilnehmer über Inzidenz und Intensität der wichtigsten 14 primären und sekundären Höhenanpassungssymptome befragt und die gewonnenen Ergebnisse nach Gruppen und Geschlechtern ausgewertet und diskutiert.

Vier Fälle von Höhenlungen wurden ermittelt. Über die medikamentösen Akklimatisationshilfen wurde ein kurzer Überblick gegeben.

Die aus den Ergebnissen dieser Untersuchung und dem Literaturvergleich gewonnenen Erkenntnisse wurden aufbereitet als Empfehlungen für zukünftige Höhenreisende und Trekkingteilnehmer zusätzlich dargestellt.

1 AOKI, V.S. Body hydration and the incidence and severity of acute mountain sickness
J. Appl. Physiol. 31 (3) 363 - 367 (1971)

2 ARIAS-STELLA, J. Chronic mountain sickness: pathology and definition in: High Altitude Physiology
Hrsg.: R. Porter, J. Knight, Livingstone Verlag, Edinburgh and London 31 - 4o (1971)

3 ARIAS-STELLA, J. Human carotidal bodies at high altitudes in: Pathologia et Microbiologia 39,292 (1969)

4 AUER, F. Höhenmedizin
Urban & Schwarzenberg-Verlag
München, Berlin, Wien (1973)

5 BEREZOVSKI,V.A. Individual diff. in hypoxie responses at high altitudes in the mountains
Hum. Physiol., 5 (1) 74-8/1977 Jan-Feb

6 BERT, La pression barometrique: Recherche de physiologie experimentale
Paris, Massen 1878

7 BÖNNING, D. Physiol. Wirkungen eines 2-wöchigen Skiurlaubs in 2ooo-3ooo m Höhe (Blutgastransport, Blutzusammensetzung)
in: Med. Aspekte der Höhe
Thieme-Verlag 1981

8 BRENDEL, W. Anpassung von Atmung, Hämoglobin, Körpertemperatur und Kreislauf bei langfristigem Aufenthalt in großen Höhen
in: Pflügers Archiv 263,227-262 (1956)

9 BRENDEL, W. Höhenakklimatisation und Erschöpfung
Ärztl. Praxis 26, 2837 (1974)

1o BRENDEL, W. Höhenakklimat. und Höhenkrankheit
Jahrbuch OAV, 9o, 187 (1965)

11 BRENDEL, W. Wird die Höhenmedizin wieder aktuell?
Gefahr durch Trekking-Tourismus
MMW, 121, (279 9o4-6 6. Juli 79)
ED 1979.12

12 BROOKFIELD, D.S. Use of Spironolactone in the prevention of
LISTON, W.A. acute mountain sickness on Kilimandaro
BROWN, S.V. East African. Med. J. 54, (12) 689-91

13 CARSON, R.P. Symptomatology pathophysiology and treatment
EVANS, W.D. of acute mountain sickness
SHIELDS, J.L. in: Fed. proceedings; Fed. of Am. Societies
HANNON, J.P. of Physiology 155, 3438

14 CERETELLI, P. Esistenzia di una permanente stimolatione
ippossica del centro respiratorio in
individui acclimatati a quote die 5ooo-75oo m
Alli del Congresso Internationale di
Medicina Aeronautica e Spaziale
Roma, 1961

15 CERETELLI, P. O^2-breathing at altitude: Effects on
Maximal performance
in: High altitude physiology and Medicine
Springer-Verlag 1982

16 CLARKE, C.R.A. Mountain sickness, retinal hemorrhages and
DUFF, J. acclimatisation on Mt. Everest 1975
in: Brit. Med. J. 2 495 - 497 (1976)

17 CLARKE, C.R. Everest South-West face
in: Trans-Med. Sac. Lond. 92-93
135-8 1975-77

18 CURRIE, T.T. et al Spironolactone and acute mountain sickness
in: Med. J. Aust, 2:168, 1976

19 DEETJEN, P. HUMPELER, E. Medizinische Aspekte der Höhe
Thieme-Verlag 1981

2o DEMPSEY, J. Quality and significance of pulmonary adaptations to work in adolescent altitude residents
in: Acta Pediatr. Scand. (in press)

21 DICKINSON J., Acute altitude sickness
J. Nep. Med. Ass II-3, 65 1973

22 DUDZIAK, R. Lehrbuch der Anästhesiologie
Schattauer-Verlag, 198o

23 DUANE, T.D. Altitude diarrhea and retinal hemorrhages
JAMA 24o (3), 214 (1978)

24 ERBERTSEDER, W.A. Die Berg- oder Höhenkrankheit
in MMW, 121, Juli 79

25 MC FARLAND, R.A. Psychophysiological implications of live at altitude and including the role of oxygen in process of aging
in: Physiological adaptations Desert and mountain, P. 157
Bulland, N.Y., Academic press

26 FORWARD, S.A. LANDOWNE, M. FOLLANSBEE, J.N. HANSEN, J.E. Effect of acetazolamide on acute mountain sickness
in: New. Engl. J. Med. 279:839, 1968

27 FLETCHER, R.F. BMRES 1977 Expedition signs and symptoms in: Proceedings of MBRES Postgrad Med. J; Jul. 1979 55, 441

28 FRISANCHO, A.R. Funktional adaptation to high altitude hypoxia

29 DE GRAAF, A.C. et al Diffusing capacitiy of the lung in Caucasians native to 31oo m in: J. Appl. Physiol. 29, 71 197o

3o GRAY, G.W. BRYAN, A.C. FRAYSER, R. HOUSTON, C.S. RENNIE, J.D. Control of acute mountain sickness in: Aerospace medicine, 42, 81

31 GREEN, J.D. FLETCHER, R.F. Acute mountain sickness Proceedings of a Symposium in Birmingham in: Postgraduate med. J. 55 (1978) 441-512

32 HAAB, P. HELD, D.R. ERNST, N. et al Ventilation-perfusion relationship during high altitude adaptation in: J. Appl. Physiol. 26, 77 (1969)

33 HACKETT, P.H. et al The incidence, importance and prophylaxis of acute mountain sickness in Lancet, 2, 1149-55, 1976

34 HACKETT, P.H. RENNIE, D. Avoiding mountain sickness in: Lancet 2, 938 (1978)

35 HACKETT, P.H. Mountain sickness. Prevention Recognition and Treatment Mountain travel Inc., Albany, USA 1978,

36 HACKETT, P.H. FORSLING, M. MILLEDGE, J. RENNIE, D. Vasopressin in acute mountain sickness and High Altit. Pulmonary Ed. in: High altitude Physiology & Medizin Springer-Verl. 1982

37 HANNON, J.P. VOGEL, J.A. Oxygen transport during early altitude exposure in: Eur. J. Appl. Physiol. 36, 385 (1977)

38 HANSEN, J.E. EVANS, W.O. A hypothesis regarding the pathogenesis of acute mountain sickness in: Arch Enviromen. Health 21, 666 (197o)

39 HARTMANN, G. OBERLI, H. Nutrition and heavy alpine physical performance. Energy and nitrogen balance in: Bib. nutr. DIETA 27 126-31 1979/ED 1979

4o HEATH, D. WILLIAMS, D.R. Man at High Altitude in: Curchill Livingstone, London 1977 S. 225-236; 1o4-12o; 18; 264-272;

41 HÖNIGSMANN, H. Dermatologische Effekte und Konsequenzen der erhöhten UV-Intensität in Höhenlagen in: Medizinische Aspekte der Höhe Thieme-Verlag, Stuttgart, - N.Y.; 1981

42 HOUSTON, C.S. High altitude illness disease with protein manifestations in: JAMA Nov. 8, 1976, 236, 19, 2193-2195

43 HOUSTON, C.S. Altitude illness - an overview Hypoxia-Sympos. Banff. 1979, 36 (1979)

44 HSUEH-HAN NING, SHAO-YUNG, HUANG MEI-CHUEN GUNG, CHUNG YUAN SHI, SHU-TSU HU,
Predicting Mountaineering Performance at Great Altitudes
in: High Altitudes physiology and medicine Springer-Verlag, 1982

45 HULTGREN, H.N.
High altitude edema
in: JAMA, 239 (21), 2239 (1978)

46 HULTGREN, H.N. KELLY, J. MILLER, H.
Pulmonary circulation in acclimatised man at High altitude (123oo ft)
in: J. Appl., Physiol. 18, 913-918 (1963)

47 HURTADO, A.
Some clinical aspects of live at High Altitude
in: Ann int. Med. 53 (196o) 247-258

48 HURTADO, A. ROTTA, A. MERINO, C. PONS, J.
Studies of Myohemoglobin at High altitude
in: American J. of the Med. Scienc. 194, 7o8

49 HURTADO, A.
Life at High Altitude
Scientific Publication No. 14o
Wash. 1966, P. 68
Pan Am Health Org.

5o HURTADO, A.
Aspectos fisiologicos y pathologicos de la vida en la altura
in: Imp. Edit. Rimac, S.A. Lima 1937

51 IATRIDIS, S.G. IATRIDIS, P.G. MARKIDOU, S.G. RAGATZ, B.H.
2,3 DPG: A physiological inhibitor of platelet aggregation
in: Science 197, 159-61 (1975)

52 INAMA, K.
HALHUBER, M.J.
Der Herz- und Kreislaufkranke im Hochgebirgsklima
in: Dt. Zentr. f. Volksgesundheits-pflege, Heft 25, Frankfurt 1975

53 JENNY, E.
Bergsteigen und Gesundheit
in: Wissenschaft. Alpenvereinshefte Heft 27, Innsbruck 1981

54 JENNY, E.
Erschöpfung und Bergungstod im Hochgebirge
in: Internist. Praxis, 15, 1o9-118 (1975).

55 JENSEN, J.
Acute mountain sickness
in: MD state Med. J. 28 (3) 27-3o Mar 79

56 KLEINER, J.P.
NELSON, W.P.
High altitude pulmonary edema
A rare disease?
in: JAMA 234, 491 (1975)

57 KREUZER, F.
VAN LOOKEREN, C.
Resting pulmonary diffusion capacity for C_o und O_2 at high altitude
in: J. Appl. Physiol. 2o 519 (1965)

58 LAHIRI, S.
MILLEDGE, J.S.
Sherpa physiology
in: Nature, London, 2o7, 611o

59 LAHIRI, S.
MILLEDGE, J.S.
Muscular exercise in the Himalaya
High Altitude residents
in: Fed. Proc 25:1392-1346, 197o

6o LAHIRI, S.
KAO, F.F.
VELASQUEZ, T.
et al
Respiration of man during exercise at High Altitude
Highlander vs lowlander
in: Resp. physiology 8:361-375, 197o

61 LENFANT, C.
SULLIVAN, K.
Adaptation to High Altitude
in NEW ENGL J of Med., Jan 1974

62 LENFANT, C.
TORRANCE, J.D.
REYNAFARJE, C.
Shift of the O_2-HB-dissociation
curve at Altitude
Mechnism. and effect
in: J. App. Physiol. 4o (2), 2o6-21o (1976)

63 LOBENHOFFER, N.P.
Dissertation
München, 198o

64 LUFT, U.C.
Principles of adaptation to altitude
in: Physiol. adaptations
Desert and mountain, P. 143
London: Academic press (1972)

65 MAHER, J.T.
Human coagulation abnormalities
during acute exposure to hyperbaric
hypoxia
in: J. Appl. Physiol., 41, 7o2 (1976)

66 MALHOTRA, M.S.
High Altitude physiology
in: Himalaya Journal XXXII
147-161 (1972-73)

67 MESSMER, K.
Hemodilution
in: Surgical clicics of N. America
55 (3), 659-678, Jun 1975

68 MESSMER, K.
Oxygen Transport Capacity
in: High Altitude physiology and medicine
Springer-Verlag, 1982

69 MESSMER, R.
Die Herausforderung
BLV, München, 1976

7o MONCLOA, F.
CARCELEN, A.
BETETA, L.
Physical exercise, acid-base balance, and adrenal function in newcomers to high-altitude
in: J. App. Physiol. 18 (2), 151-155 (197o)

71 MONGE, C.
Demografia y altitud en el Peru
in: Poblacion y Altitud
Edited by Sobrevilla, Lima, Peru

72 MONGE, C
& MONGE, M.C.
High altitude diseases, mechanism. & management
C.C. Thomas, Springfield ILLINOIS, 1966

73 MÜTING, K.
Pathophys. und Therapie der Höhenkrankheit
in: Med. Klin. 73, 1789 (1978)

74 MORPUGO, G.
ARESE, A.
BOSIA, G.
PESCARMONA, G.P.
LUZZANA, G.
MONDIANO, G.
KRISHNA RANJIT,S.
Sherpa living permamently at high altitude
A new pattern of adaptation
in: Proc. Natl. Acord. Sci USA 73, 747 (1976)

75 NANZER, A.
KOMA und Höhenlungenödem
in: Ärztl. Praxis 99, 3959-62 (1975)

76 NITSCHE, W.
Ermüdung und Erschöpfung beim Bergsteigen
in: Med. Monatsschrift 3o. Jg.
Heft 3, 117-121 (1976)

77 NIC, N.
BENT, D.H.
HULL, C.H.
SPSS - statistical package for the social sciences
Mc Grow - Hill Book company
New-York, San-Franc., 197o

78 ÖLZ, O. How to stay healthy while climbing Mount Everest
in: High Altitude physiology and medicine, Springer-Verlag, 1982

79 OLIVE, J.E.
WATERHOUSE, N. Psychological aspects of acute mountain sickness
in: Proceedings of a Symps. on Univ. of Birmingham
Jul, 1978, Birmingham
Ed. by Green, U.D.; Fletcher, R.F.

8o PIPER, J. Oxygen uptake at High Altitude Limiting Role of Diffusion in Lump
in: High Alt. Physiol. & Med.
Springer-Verlag, 1982

81 PENALOZA, D.
SIME, F. Circulatory dynamics during High Altitude pulmonary edema
in: Am. J. Card, 23,369 (1969)

82 POUPA, O. High Altitude and Cardiovascular Disorders. A survey of experimental studies
in: Med. Asp. der Höhe
Thieme-Verlag 1981

83 PUGH, L.G. Cardiac autput in muscular exercise at 58oo m
in: J.Appl. Physiol. 19:441-447

84 RAAS, E. Der Einfluß mittlerer Höhen auf sportl. Leistungen in versch. Disziplinen in: Med. Aspekte der Höhe, Thieme-Verlag 1981

85 RAHN, H.
OTIS, A.B. Mans respiratory response during and after acclimatisation to High Altitude in: Am. J. Physiol. 157:445-462, 1949

86 RADI, R.M.
MALHOTRA, M.S.
et al Effect of Altitude Acclimatisation on thermoreg. efficiency of man in: Aviat space Environm. Med. 49 (5) 7o7-7o9 (1978)

87 RAMSØE, K.
JARNUM, S.
PREISIG, R.
et al Liver function and blood flow at High altitude in: J. App. Physiol. 28; 7225-727, 197o

88 REITE, M.
JACKSON, D.
CAHOON, R.L.
et al Sleep physiology at High altitude in: Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 38:463-471/75

89 RENNIE, D. High science, present and future (ed) in: N. Engl. J. Med., 3o1 (24) 1343-4 79 Dez 13

9o RENNIE, D. What causes high alt. sickness? in: Pathophys. Hypoxia Sympos., Banff 79 4o-42 (1979)

91 RENNIE, D. Retinal changes in Himalayan climbers Arch, Ophtalmolog. 93,395-4oo (1975)

92 REYNAFARJE, B. Myoglobin content and enzymatic activity of muscle and altitude adaptation in: J. Appl. Physiol. 17(2) 3o1-3o5 (1962)

93 RIEL, K.A.
BERNETT, P. Gefahren des Trekkingtourismus aus ärztl. Sicht in: Bergsteigen und Gesundheit Wissenschaftl. Alpenvereinshefte, Heft Nr. 27, Innsbruck 1981

94 RUPP, C. Dissertation München, 1981

95 RYZ, Z. Psychopathology in Alpinism. in: Acta medica polonia 12, 4563 (1971)

96 SCHAFFERT, W. Erkenntnisse und offene Fragen der Expeditionsmedizin in: Bergsteigen und Gesundheit Wiss. Alpenvereinshefte, Nr. 27 Inssbruck 1981

97 SCHAFFERT, W.
ZINK, R.A. How should we manage High Altitude illness? in: Proceedings of the Hypoxie Sympos. Banff, 1979

98 SCHMID-SCHÖNBEIN H. Blood Rheology in Hemoconcentration in: High. Altitud. Physiology and Medicin Springer-Verlag 1982

99 SCHMIDT, R.F.
THEWS, G. Physiologie des Menschen Springer-Verlag, 1976

1oo SCOGGIN, C.H.
HYERS, T.M.
REEVES, J.T.
GROVER, R.F.
High pulmonary edema:
in the children and young adults of
Leadville, Colorado
in: New. Engl. J. Med. 297, 1269 (1977)

1o1 SCHULTS, T.
SWAN, K.C.
High Altitude retinopathy in Mountain
climbers
in: Arch Ophtalmol./Vol 93, Juni 1975

1o2 SEVERINGHAUS,J.W.
Hypoxic pulmonary edema: pathophysiol.
and measurement
in: High Altutid physiol. & medicine
Springer-Verlag, 1982

1o3 SEVERINGHAUS,J.W.
BAINTON, C.R.
CARCELEN, A.
Resp. control at High Altitude suggesting
active transport regulation of CSF pH
in: J. Appl. Physiol. 18:1155-1166, 1963

1o4 SINGH, I.
KAANNA, P.K.
SHRIVASTAVA, M.C.
MADAN LAL,
ROY, S.B.
SUBRAMANYAN,C.S.V.
Acute mountain sickness
in: Lancet 28o 175 (1969)

1o5 SUTTON, J.R.
GARMENDIA, F.
Hormonal responses to Exercise at Altitude
in sea level and Mountain man
+ Sleep Hypoxemia of High Altitude
in High Altit. physiol. & Med.
Springer-Verlag 1982

1o6 SUTTON, J.R.
LASSEN, N.
Pathophysiology of acute mountain
sickness and High Altitude
Pulmonary edema: An Hypothesis
in: High Altit. physiol. & medicine
Springer-Verlag, 1982

1o7 STAUB, N.C. How pulmonary artery obstruction may cause increased lung microvasc. permeability edema.
in: Hypoxie Symposium; Banff 1979
8-1o (1979)

1o8 THOMAS, H.M.
LEFRAX, S.S. The oxyhemoglobin dissociation curve in health and disease, role of 2,3 DPG
in: Am J. Med; 57:331-348 (1974)

1o9 TUNE, G.S. Psychological effects of hypoxia, Review of certain literature from period 195o-1963
in: Perp. & motor skills 19, 651

11o VISWANATHAN, R.
SUBRAMANIAN, S.
LODI, S.T.K.
RADHA, T.G. Further studies on pulmonary edema of high altitude
Resp. 36, 216 (1978)

111 WARD, M. Mountain medicine. A. clinical study of cold and High Altitudes
in: Crosby lockwood Staples London 1975

112 WEINGART, H. Dissertation
München 198o

113 WEST, J.B.
LAHIRI, S.
GILL, M.B.
et al Arterial oxygen saturation during exercise at High Altitude
in: J. Appl. Physiol. 17:67-621 (1962)

114 WHYMPER, E. Travels amongst the great Andes of the Equator
London: Murray (1982)

115 WILLIAMS, E.S. Sleep & wakefulness at High Altitude
in: British med. J. 1 197

116 WILLIAMS, E.S.
WARD, M.P.
MILLEDGE, J.S.
WETNEY, W.R.
OLDER, M.W.J.
FORSLING, M.L.
Effect of exercise of seven consecutive days hillwalking on fluid homoeostasis in: Clinical Science and Molecular Medicin 56, 3o5

117 ZINK, R.A. Ärztlicher Rat für Bergsteiger
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1978

118 ZINK, R.A.
SCHAFFERT, W.
LOBENHOFFER, N.P.
Proposals for International Standardisation in the research and Documentation of High Altitude Medicin

119 ZINK, R.A.
LOBENHOFFER,N.P.
HELMHUBER, B.
RUPP, C.
SCHNEIDER, R.
The influence of trekking on some hematologic parameters and urine production

12o ZINK, R.A.
SCHAFFERT, W.
MESSMER, K.
BRENDEL, W.
Hemodilution: Practical Experiance in High Altitude Expeditions

Herrn Professor Dr. h. c. W. Brendel danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung und Beratung im Verlauf meiner Arbeit.

Mein Dank gilt weiter Herrn Dr. R. A. Zink, der durch die Vorarbeit am Fragebogen I eine wichtige Grundlage für die Entstehung dieser Untersuchung schuf.

Ich danke Herrn A. Hoschka, der durch seinen fachlichen Rat und tatkräftige Mitarbeit bei der Erstellung der statistischen Erfassung und Analyse der Daten einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geleistet hat.

Ferner danke ich den Berführern der Berg- und Skischule des DAV, die die Befragung während des Trekkings in Nepal unterstützt und geleitet haben.
Dem Leiter der Berg- und Skischule, Herrn G. Sturm, danke ich für die Genehmigung zur Befragung der Trekkingteilnehmer.

Abschließend möchte ich Herrn Thieme von ISB für seine kritischen Anregungen im Frühstadium der Arbeit danken.

Name L. PLUMB Age 41 Birthplace AUSTRALIA

Indicate symptoms in the last 24 hours as none, mild, moderate, or Severe

	2 June	3 June	4 June	5 June	6 June
Shortness of breath	NONE	MODERATE	MODERATE	MODERATE	MODERATE
cough	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
blue lips or nails	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
Chest Pain	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
loss of energy	TIRED/WEAK	MODERATE	MODERATE	MODERATE	MODERATE - MILD
headache	NONE	MILD	MODERATE	MODERATE	MILD
nausea	NONE	MODERATE	MILD	MODERATE	NONE
vomiting	NONE	NIL	NIL	AT INCREASED ALTITUDE	NONE
insomnia	NONE	NIL	MILD	MILD	MILD
anxiety	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
unsteady gait	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
swollen hands, face, or feet	NONE	NIL	NIL	NIL	NIL
Other	+ OXYGEN LOWER BACK ACHE	NO DINNER	NASAL CONGESTION	+ OXYGEN NASAL CONGESTION	

PULSE
LUNCH: 74
DINNER: 72

List medicine taken;

PANADEINE	DISPIRIN			

Indicate previous altitude sickness, if any;

Indicate previous important medical problems, if any;

Other Comments

Dieser kleine Fragebogen dient der weiteren Erforschung der Höhenanpassung des Menschen im Rahmen einer Dissertation im Institut für Chirurgische Forschung der Universität München.

Wir bitten Sie, diesen Fragebogen gewissenhaft an den angegebenen fünf aufeinanderfolgenden Tagen zu beantworten.
Sämtliche Angaben bleiben selbstverständlich anonym.
Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit recht herzlich und wünschen schöne Bergtage.

Angaben zur Person

Alter Geschlecht Größe Gewicht

Welche Arzneimittel nehmen Sie ein?

1)	Schmerzmittel	Name des Präparates	Wann und wieviel
2)	Schlafmittel od. Beruhigungsmittel	"	"
3)	Grippetabletten	"	"
4)	Andere Mittel	"	"

Sind Sie Diabetiker? Ja nein
Wurde bei Ihnen Bluthochdruck festgestellt? Ja nein
Haben Sie Rheumatische Beschwerden? Ja nein
Rauchen Sie? Wenn ja, wieviele Zigaretten pro Tag?

Weitere Bemerkungen

MARKIEREN SIE BITTE IHR BEFINDEN JEWEILS MORGENS MIT EINEM PUNKT ODER PFEIL AUF DER ENTSPRECHENDEN SKALA.

	1. TAG	2. TAG	3. TAG	4. TAG	5. TAG
	NORMAL → STARK	NORMAL → STARK	NORMAL → STARK	NORMAL → STARK	NORMAL → STARK
KURZATMIGKEIT					
KOPFWEH					
HUSTEN					
BLAUE LIPPEN BZW. FINGERSPITZEN					
ÜBELKEIT					
ERBRECHEN					
BRUSTSCHMERZEN					
ENERGIEVERLUST					
ANGST					
GESCHWOLLENE HÄNDE/BEINE/AUGEN ÜBER					
ERKÄLTUNG SCHNUPFEN					
DURCHFALL					
APPETITLOSIGKEIT					
KÜNSTL. SAUERSTOFF BENÖTIGT					
ANDERES					

BEISPIEL:
LEICHTES KOPFWEH BEIM AUFSTEHEN

NORMAL → STARK

↑

BENÖTIGTEN SIE BEI EINEM FRÜHEREN HÖHENAUFENTHALT SCHON EINMAL KÜNSTLICHEN SAUERSTOFF?
WANN? BEI WELCHER HÖHE?

L e b e n s l a u f

Am 18. September 1948 wurde ich als Sohn der Eheleute Karl und Johanna Hoschka in München geboren.

Von 1955 - 1966 besuchte ich Volksschule, Mittelschule und Gymnasium.

1966-69 absolvierte ich eine Lehre als Industrie-Kaufmann und arbeitete bis zur Einberufung zur Bundeswehr als kaufmännischer Angestellter.

Von 1969 - 1971 leistete ich in Mittenwald meinen Wehrdienst ab.

1971 - 1973 verbrachte ich 2 Jahre im Ausland.

1974 legte ich im Kultusministerium in München das Begabtenabitur ab.

Ab 1974 studierte ich zuerst Physik, dann Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Mein "praktisches Jahr" leistete ich in Anästhesie und Chirurgie im Klinikum Großhadern in München, Innere Medizin im Stadtkrankenhaus Traunstein ab.

1982 erhielt ich die Approbation als Arzt.

Seit Januar 1984 arbeite ich als Assistenzarzt in der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses in Garmisch-Partenkirchen.